F2992

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREȘTI

STUDII ȘI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ȘI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

1

1980

ANUL XIV

DOKUMENTÁCIÓS MŰSZAKI KÖZPONT 1983

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREŞTI

STUDII ŞI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ŞI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

1
Anul XIV

1980
Calea Dorobanţilor, 15-17
tel. 12.77.08

CONGRESUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

... Învățămîntul — îndeosebi cel superior — trebuie să-și intensifice activitatea de cercetare, conlucrînd tot mai strîns în această direcție atît cu institutele științifice, cît și cu unitățile economice productive. Pe baza planului unic de cercetare, însemnatul potențial științific din școli și universități are datoria să aducă o contribuție sporită la soluționarea diferitelor probleme legate de promovarea progresului tehnic și științific în întreaga economie și viață socială ...

... Întărind conlucrarea școlilor de toate gradele cu întreprinderile economice și institutele științifice, vom asigura ca învățămîntul, cercetarea și producția să formeze un tot unitar, inseparabil — cerință esențială a dezvoltării moderne, cu atît mai mult a societății socialiste și comuniste ...

Din cuvîntarea tovarășului
NICOLAE CEAUȘESCU
secretar general
al
PARTIDULUI COMUNIST ROMÂN

SUMAR

I. SĂCUIU

Asupra unui criteriu de concordanță 5

CS. FABIAN, DORINA POPESCU

Aplicarea principiului descompunerii a lui Benders la rezolvarea unui model de programare operativă a producției..... 11

M. COCAN

Un algoritm pentru determinarea celui mai scurt drum într-un graf 19

C. HÂRTU, CARLA SCHÄCHTER

Prognoza producției nete în principalele ramuri ale economiei naționale 27

AL. MIHĂILESCU

Determinarea consumului cumulat de resurse materiale primare pe unitatea de produs 39

FLORICA LUBAN

Modele de programare a producției la o secție de electrozi de sudură 47

GH. CENUȘE

Șiruri de variabile aleatoare vectoriale aproape ρ periodice..... 57

D. DRAFTA

Metodă de rezolvare în programarea liniară cu mai multe criterii. 61

TATIANA CĂLIN

Algoritm pentru descompunerea unei matrice în formă unghiulară.... 69

M. STOICA, G. ANGHELUȚĂ

O problemă de transport cu restricții 79

M. PETRESCU

Aplicarea conceptelor de cibernetică în activități ale ADAS..... 85

Critică și bibliografie

În ajutorul celor ce susțin examenul de admitere la facultățile A.S.E.

COLEGIU DE REDACȚIE

Academician Octav Onicescu, prof. Constantin Ionescu, prof. Mircea Bulgaru, prof. Aristide Halanay, prof. Paul Constantinescu, prof. Edmond Nicolau, Ilie Șalapa, Avram Rosen, Hercule Mănescu, Vasile Biță, Valeriu Pescaru, Mircea Enache, Constantin Bilciu, Moisa Altăr, Vincențiu Dumitru, Vasile Ionescu, Ștefan Mustățea, Radu Homescu, Radu Stroe, Mihai Lutic.

I. SĂCUIU

Catedra de matematică — A.S.E.

Asupra unui criteriu de concordanță

În lucrarea de față se construiește un criteriu de concordanță pentru variabile aleatoare simple, cu ajutorul energiei informaționale introdusă de academicianul O. Onicescu, prin intermediul criteriului χ^2. Totodată se arată că energia informațională empirică este un estimator pozitiv deplasat.

Fie K numărul de succesiuni de cifre binare ale mantisei unui număr pseudoaleator și fie m_i numărul de zerouri în cea de a i^a succesiune, obținute la analiza a n cifre dintr-o succesiune.

Dacă se notează cu H_i entropia empirică a celei de a i^a succesiune, atunci

$$H_i = -\frac{m_i}{n} ln \frac{m_i}{n} - \left(1 - \frac{m_i}{n}\right) ln \left(1 - \frac{m_i}{n}\right).$$

D. I. Golenko [1] a arătat că dacă probabilitatea de apariție a cifrei zero în toate succesiunile mantisei unui număr pseudoaleator este egală cu 1/2 atunci variabila elatoare

$$Z = 2n\left(k\, ln\, 2 - \sum_{i=1}^{k} H_i\right)$$

cînd $n \to \infty$ este asimptotic repartizată ca o variabilă χ^2 cu K grade de libertate.

În aplicații însă dat fiind utilizarea logaritmilor naturali (sau zecimali) relația nu este ușor de manevrat. De aceea propunem o altă variabilă derivată din energia informațională introdusă de academicianul O. Onicescu [2].

Dacă $\mathcal{A}$ este un experiment cu rezultate $A_1, A_2, ..., A_s$ ce apar cu probabilitățile $p_1, p_2, ..., p_s$ atunci,

$$I\mathcal{A} = I(p_1, p_2, ..., p_s) = \sum_{j=1}^{s} p_j^2.$$

Cu aceste precizări are loc următoarea:

Teoremă. Fie K numărul de serii de cîte n experimente idenpendente astfel încît la fiecare experiment poată să apară un eveniment A sau contrarul său, cu aceeași probabilitate 1/2.

Dacă notăm cu $I_i = \left(\frac{m_i}{n}\right)^2 + \left(1 - \frac{m_i}{n}\right)^2$ energia informațională corespunzătoare celei de a i^a experiență, unde m_i este numărul de apariții ale evenimentului A în cele n experimente, atunci variabila aleatoare

$$Z = n\left(2\sum_{i=1}^{k} I_i - k\right)$$

este asimptotic repartizată χ^2 cu K grade de libertate.

Demonstrație. Constatăm că expresia

$$I_i = \left(\frac{m_i}{n}\right)^2 + \left(1 - \frac{m_i}{n}\right)^2$$

poate fi scrisă sub forma

$$\frac{I_i - 1/2}{2} = \left(\frac{m_i}{n} - \frac{1}{2}\right)^2$$

sau încă

$$\frac{\frac{I_i - 1/2}{2}}{1/4 n} = \left(\frac{\frac{m_i}{n} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2\sqrt{n}}}\right)^2.$$

Însă

$$\lim_{n\to\infty} P\left(\frac{\frac{m_i}{n} - 1/2}{\frac{1}{2\sqrt{n}}} < x\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{y^2}{2}}\, dy$$

și deci $n[2I_i - 1]$ este asimptotic repartizată că o variabilă $\chi^2_{(1)}$ (χ^2 cu un grad de libsrtrte).

De aici rezultă imediat că

$$Z = \sum_{i=1}^{k} n(2I_i - 1) = n\left(2\sum_{i=1}^{k} I_i - k\right) \xrightarrow[n\to\infty]{B} \chi^2_{(k)}$$

ceea ce dovedește afirmația făcută.

Să considerăm acum un experiment în urma căruia poate să apară evenimentul A cu probabilitatea p sau contrarul său cu probabilitatea q. Urmează că energia informațională a experimentului

$$\mathcal{A}: \begin{pmatrix} A & \bar{A} \\ p & q \end{pmatrix}$$

este

$$I(p, q) = p^2 + q^2.$$

Dacă repetăm experimentul de n ori în condiţii identice atunci notînd cu ν numărul de cîte ori a apărut evenimentul A, rezultă că energia informaţională empirică este:

$$I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right) = \left(\frac{\nu}{n}\right)^2 + \left(1 - \frac{\nu}{n}\right)^2$$

care mai poate fi scrisă sub forma

$$I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right) = p^2 + q^2 + 2(2p - 1)\left(\frac{\nu}{n} - p\right) + 2\left(\frac{\nu}{n} - p\right)^2 \cdot$$

Luînd valoarea medie se obţine

$$M\left(I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right)\right) = p^2 + q^2 + 2\frac{pq}{n}$$

ceea ce ne arată că energia informaţională empirică este un estimator deplasat pozitiv al energiei informaţionale teoretice.

Dacă acum calculăm dispersia acestui estimator se obţine

$$D^2(I_{\nu;n}) = 4(p - q^2)\frac{pq}{n} - 4\frac{p^2q^2}{n^2} + 8(2p - 1)\, M\left[\left(\frac{\nu}{n} - p\right)^3\right] +$$

$$+ 4M\left[\left(\frac{\nu}{n} - p\right)^4\right] \cdot$$

Aşa dar, $I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right)$ este un estimator corect pentru $I(p, q)$ pentru că

$$\begin{cases} M\left(I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right)\right) = I(p, q) + \frac{2pq}{n} \\ D^2\left(I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right)\right) \xrightarrow[n \to \infty]{} 0 \cdot \end{cases}$$

Să scriem acum expresia

$$I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right) = p^2 + q^2 + 2(2p - 1)\left(\frac{\nu}{n} - p\right) + 2\left(\frac{\nu}{n} - p\right)^2$$

sub forma

$$\frac{I\left(\frac{\nu}{n}, 1 - \frac{\nu}{n}\right) - I(p, q)}{2(2p - 1)} = \left(\frac{\nu}{n} - p\right) + \frac{1}{2p - 1}\left(\frac{\nu}{n} - p\right)^2$$

sau încă

$$\frac{n}{4pq(2p-1)^2}\left[I\left(\frac{\nu}{n}, 1-\frac{\nu}{n}\right) - I(p, q)\right]^2 = \left(\frac{\frac{\nu}{n}-p}{\sqrt{\frac{pq}{n}}}\right) +$$

$$+\frac{2n}{pq(2p-1)}\left(\frac{\nu}{n}-p\right)^3 + \frac{n}{pq(2p-1)}\left(\frac{\nu}{n}-p\right)^4.$$

Dar

$$M\left[\left(\frac{\nu}{n}-p\right)^{2k-1}\right] = 0\left(\frac{1}{n^k}\right); \quad M\left[\left(\frac{\nu}{n}-p\right)^{2k}\right] = 0\left(\frac{1}{n^k}\right)$$

și atunci din

$$\alpha_n = \beta_n + \gamma_n + \delta_n.$$

Cu

$$\alpha_n = \frac{n}{4pq(2p-1)^2}\left[I\left(\frac{\nu}{n}, 1-\frac{\nu}{n}\right) - I(p, q)\right]^2; \quad \beta_n = \left(\frac{\frac{\nu}{n}-p}{\sqrt{\frac{pq}{n}}}\right)^2$$

$$\gamma_n = \frac{2n}{pq(2p-1)}\left(\frac{\nu}{n}-p\right)^3; \quad \delta_n = \frac{n}{pq(2p-1)^2}\left(\frac{\nu}{n}-p\right)^4$$

rezultă că

$$D^2(\gamma_n) \xrightarrow[n\to\infty]{} 0; \quad D^2(\delta_n) \xrightarrow[n\to\infty]{} 0.$$

Aplicînd teorema lui Cebîșev avem

$$\gamma_n - M\gamma_n \xrightarrow[n\to\infty]{P} 0; \quad \delta_n - M\delta_n \xrightarrow[n\to\infty]{P} 0.$$

Cum

$$\lim_{n\to\infty} M\gamma_n = 0; \quad \lim_{n\to\infty} M\delta_n = 0$$

rezultă că

$$\gamma_n \xrightarrow[n\to\infty]{P} 0, \quad \delta_n \xrightarrow[n\to\infty]{P} 0.$$

Atunci dacă

$$F_{\beta_n}(x) \xrightarrow[n\to\infty]{} F(x)$$

rezultă că și

$$F_{\alpha_n}(x) \xrightarrow[n\to\infty]{} F(x)$$

în toate punctele de continuitate ale lui $F(x)$.

În virtutea teoremei locale Moivre-Laplace urmează că $F(x)$ este funcție de repartiție a pătratului unei variabile aleatoare $N(0; 1)$, deci este funcția de repartiție a unei variabile aleatoare χ^2 cu un grad de libertate.

Repetînd seria de n experimente de K ori, la fiecare serie i de experimente $i = 1, 2, ..., k$ obținînd frecvențele de apariție a evenimentului A, $\frac{\nu_i}{n}$ obținem că variabila aleatoare

$$Z = \sum_{i=1}^{k} \frac{n}{4pq(2p-1)^2}\left[I\left(\frac{\nu_i}{n}, 1-\frac{\nu_i}{n}\right) - I(p, q)\right]^2$$

este asimptotic repartizată χ^2 cu k grade de libertate.

Am demonstrat deci următoarea

Teoremă. Dacă se efectuează un experiment $\mathcal{A}$ în care poate să apară evenimentul A cu probabilitea p sau contrarul evenimentului cu probabilitatea q și se repetă experimentul independent de n ori, notînd cu $\frac{\nu_i}{n}$ frecvența de apariție a evenimentului A în cele n experimente independente din seria i, $i = 1, 2, ..., K$ atunci variabila aleatoare

$$Z = \frac{n}{4pq(2p-1)^2}\left[I\left(\frac{\nu_i}{n}, 1-\frac{\nu_i}{n}\right) - I(p, q)\right]^2$$

este asimptotic repartizată χ^2 cu k grade de libertate.

S-a notat

$$I\left(\frac{\nu_i}{n}, 1-\frac{\nu_i}{n}\right) = \left(\frac{\nu_i}{n}\right)^2 + \left(1-\frac{\nu_i}{n}\right)^2; \quad I(p, q) = p^2 + q^2$$

respectiv energia informațională empirică și energia informațională teoretică.

Dacă avem experimentul

$$\mathcal{A}: \begin{pmatrix} A_1 & A_2 \dots & A_s \\ p_1 & p_2 \dots & p_s \end{pmatrix}$$

atunci energia informațională a experimentului $\mathcal{A}$ va fi:

$$I(\mathcal{A}) = I(p_1, p_2, ..., p_s) = \sum_{j=1}^{s} p_j^2.$$

Repetînd experimentul de un număr n suficient de mare și notînd ν_j numărul de cîte ori s-a obținut rezultatul A_j în cele n experimente independente, atunci energia informațională empirică este:

$$I\left(\frac{\nu_1}{n}, \frac{\nu_2}{n}, ..., \frac{\nu_s}{n}\right) = \sum_{j=1}^{s}\left(\frac{\nu_j}{n}\right)^2.$$

Această expresie mai poate fi scrisă sub forma

$$I\left(\frac{\nu_1}{n}, \frac{\nu_2}{n}, ..., \frac{\nu_s}{n}\right) = I(p_1, p_2, ..., p_s) + 2\sum_{j=1}^{s} p_j\left(\frac{\nu_j}{n} - p_j\right) + 2\sum_{j=1}^{s}\left(\frac{\nu_j}{n} - p_j\right)^2.$$

De aici rezultă că

$$M\left[I\left(\frac{\nu_1}{n}, \frac{\nu_2}{n}, ..., \frac{\nu_s}{n}\right)\right] = I(p_1, p_2, ..., p_n) + 2\sum_{j=1}^{s} \frac{p_j q_j}{n}$$

$$D^2\left[I\left(\frac{\nu_1}{n}, \frac{\nu_2}{n}, ..., \frac{\nu_s}{n}\right)\right] \xrightarrow[n\to\infty]{} 0$$

ceea ce dovedește că estimatorul $I\left(\frac{\nu_1}{n}, \frac{\nu_2}{n}, ..., \frac{\nu_s}{n}\right)$ este un estimator pozitiv deplasat al energiei informaționale teoretice $I(p_1, p_2, ..., p_s)$. Urmează că pe baza acestui estimator se trage concluzia că un anumit sistem este mai bine organizat decît în realitate.

BIBLIOGRAFIE

1. GOLENKO D. I.: *Modelirovanie i statisticeschii analiz psevdosluciainih cisel na electronnih vicislitelnih mașinah.* Izdatelstvo "Nauka", Moscova, 1965.
2. ONICESCU O.: *Energia informațională.* Studii și cercetări matematice, nr. 10, tomul 18, 1966.
3. ONICESCU O.: *Energie informationenlle.* C. R. Acad. Sci. Paris, Sev. A. 263, 841—842, 1966.
4. ONICESCU O., MIHOC GH.: *Lecții de statistică matematică.* Editura tehnică, București, 1958.

6.VII.1978

Dr. CS. FABIAN
DORINA POPESCU

Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Aplicarea principiului descompunerii a lui Benders la rezolvarea unui model de programare operativă a producției

Se propune aplicarea principiului descompunerii a lui Benders pentru cazul în care

— unele din restricțiile de bază ale problemei sînt generate în decursul iterațiilor;

— funcția scop este pseudoconcavă (discretă) și definită prin acoladă.

Studiul se bazează pe un proces real de elaborare a oțelurilor speciale și tratarea lor termică.

I. INTRODUCERE

Determinarea și actualizarea programelor de fabricație pe termen scurt, ținînd cont de condiții tehnologice, stocuri, resurse și diferite aspecte economice este o problemă importantă și complexă cu care sînt înfruntate mereu întreprinderile industriale.

Această problemă a fost abordată de unii autori [1], [2], [3] cu modele de programare matematică care se bazează pe modelarea procesului studiat în punctele de strangulare. Dacă procesul prezintă mai multe puncte de strangulare se procedează la construirea modelelor pentru fiecare punct în parte. Rezolvarea succesivă a modelelor rezultate nu conduce întotdeauna la soluțiile cele mai bune pe cînd tratarea lor globală prezintă greutăți însemnate datorită creșterii dimensiunii și naturii modelelor globale.

Studiul nostru se bazează pe un proces real [4] de elaborarea oțelurilor speciale și de tratarea lor termică, acestea fiind și punctele înguste din proces în timp ce etapele de pregătirea încărcăturii, turnarea, striparea și ajustajul prezintă interes mai redus din punct de vedere al modelării matematice.

În lucrarea de față se descriu numai restricțiile de legătură între modelele independente ale punctelor de strangulare și funcția scop a modelului global. Descrierea sumară a procesului precum și modelarea independentă a fazelor de elaborare și tratament se găsesc în [3].

Pentru modelul global obținut autorii aplică o metodă specializată de descompunere a lui Benders [5], [12] pentru a) cazul în care restricțiile de legătură sînt generate în decursul iterațiilor Benders; b) în cazul funcției scop neliniare (neconvexă) definită prin acoladă.

Menționăm că deși metoda descompunerii a lui Benders este ingenioasă și foarte apreciată în literatură ea este relativ puțin experimentată pînă în prezent pe probleme concrete. Rezultatele unor aplicații încurajatoare sînt date în [6], [7], [8]. Metoda Benders revizuită generată de o aplicație practică este dată în [11].

II. DESCRIEREA MODELULUI GLOBAL

Modelul global se compune din modelul fazei de elaborare a oțelurilor și din modelul fazei de tratament [4]. Modelul de elaborare are restricții de plan, de materii prime, de capcitate și cerere de șarje prezentate de secțiile beneficiare:

$$A_1 X \leqslant a_1, \quad X = (x_{jt}). \tag{1}$$

Modelul de tratament conține numai restricții de capacitate și de cerere de șarje tratate:

$$A_2 Y \leqslant a_2, \quad Y = (y_{jt}). \tag{2}$$

Variabilele utilizate în modele sînt:

x_{jt} — numărul de șarje din marca j elaborate în perioada t;

y_{jt} — numărul de șarje din marca j tratate în perioada t.

Menționăm că aceeași marcă de oțel elaborată în cuptoare distincte și/sau turnate din lingotiere diferite are numere de ordine j diferite, astfel că avem în total M mărci, $j = 1, 2, ..., M$.

Evident că într-un model global variabilele x_{jt} și y_{jt} sînt interconditionate. Adică o marcă j elaborată în perioada t poate fi tratată numai în perioadele următoare:

$$x_{jt} \geqslant y_{jt+1} + y_{jt+2} + \ldots + y_{jN}, \quad t = 1, ..., N-1, \ (\forall)\, j; \tag{3}$$

$$0 = y_{j1} + y_{j2} + \ldots + y_{jt}. \tag{3'}$$

Pentru o marcă j elaborată în perioada t, din cele $N-1$ restricții $N-2$ trebuie să fie redondante. Acest lucru se realizează cu ajutorul unor variabile $w_{jt} \in \{0, 1\}$ și cu restricțiile

$$-x_{jt} + \sum_{k=t+1}^{N} y_{jk} - dw_{jt} \leqslant 0, \ t = 1, ..., N-1, \ \forall j \tag{4}$$

$$\sum_{k=1}^{N-1} w_{jk} = N - 2, \ (\forall)\, j$$

$$\sum_{k=1}^{t} y_{jk} - ew_{jt} \leqslant 0 \tag{4'}$$

unde d și e sînt constante suficient de mari, care face restricțiile redondante.

Pentru tratarea mărcii j în perioada t, marca de oțel trebuie să fie elaborată în una din perioadele anterioare, ceea ce conduce la restricții analoge cu (3), (3'), (4), (4'). Restricțiile (4), (4') se scriu sub forma matricială:

$$-B_1 X + B_2 Y - B_3 W \leqslant 0.$$

Exprimăm legătura între variabilele x_{jt} și y_{jt} și prin funcția scop a modelului global. Pentru aceasta fie $\bar{t}_j$ perioada în care se solicită marca j la o secție beneficiară. Coeficienții funcției scop sînt:

$$c''_{jt}(\bar{t}_j) = c''_j(t, \bar{t}_j) = \begin{cases} \dfrac{\alpha_{jt}}{\bar{t}_j - t} & t < \bar{t}_j \\ p_0 \alpha_{jt} & t = \bar{t}_j \\ \dfrac{\alpha_{jt}}{p_1 + p_2(t - \bar{t}_j)} & t > \bar{t}_j \end{cases} \tag{5}$$

unde p_1 și p_2 sînt constante de penalizare pentru depășirea termenului de livrare respectiv creșterea proporțională a penalizării în raport cu întîrzierea ($p_1 \geqslant p_2 \geqslant 1$). Coeficienții α_{jt} sînt coeficienți de reglare exterioară [3], aici sînt presupuși egali cu 1.

Modelul global are forma:

$$\begin{aligned} A_1 X &\leqslant a_1 \\ A_2 Y &\leqslant a_2 \\ A_3 W &= a_3 \\ -B_1 X + B_2 Y - B_3 W &\leqslant 0, \quad X, Y \geqslant 0, \text{ întreg}, \quad W \in \{0, 1\} \\ max\, C'(Y)\, X + C'' Y & \end{aligned} \tag{6}$$

unde elementele vectorului $C'(Y)$ sînt determinate pe același principiu ca și în (5) cu $\bar{t}_j = \begin{cases} t, \text{ dacă există } y_{it} \neq 0 \\ 1, \text{ dacă nu există } y_{it} \neq 0 \end{cases}$
deci perioada t în care se tratează marca j.

III. METODA DE REZOLVARE A MODELULUI GLOBAL

Modelul global (6) este neliniar în variabile întregi de dimensiuni considerabile în care funcția nelineară este dată prin acoladă (5).

Metode directe de rezolvare posibile ar fi Korte [9] explicit sau Geoffrion [10] în principiu. Aici se va încerca aplicarea metodei descompunerii Benders neglijînd caracterul de întreg al variabilelor X, Y.

Funcția prin care se introduce neliniaritatea în model este $C_j(t, \bar{t}_j)$ dată prin (5). Considerăm în continuare j fixat.

Observăm că $C(t, \bar{t})$ și $C(\bar{t}, t)$ sînt simetrice față de axa $t = \bar{t}$.

Funcția $C(t, \bar{t})$ nu este concavă nici convexă. Într-adevăr se poate verifica imediat considerînd $t_1 = \bar{t} - 1$ și $t_2 = \bar{t} + 2$ iar $\lambda = \frac{1}{3}$ și $\lambda = \frac{2}{3}$.

Funcția $C(t, \bar{t})$ este quasiconcavă datorită verificării inegalității

$$C(\lambda t_1 + (1 - \lambda) t_2, \bar{t}) \geqslant min\ (C(t_1, \bar{t}), C(t_2, \bar{t}))$$

pentru cele trei cazuri $t < \bar{t}$, $t = \bar{t}$, $t > \bar{t}$, unde $t = \lambda t_1 + (1 - \lambda) t_2$.

În continuare să considerăm problemele

$$\begin{aligned} & A_2 Y \leqslant a_2 \\ & A_3 W = a_3 \\ & B_2 Y - B_3 W \leqslant B_1 X^\circ,\ Y \geqslant 0,\ W \in \{0, 1\} \\ & max\ C'' Y \end{aligned} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} & A_2 Y \leqslant a_2 \\ & B'_2 Y \leqslant B'_1 X^\circ,\ Y \geqslant 0 \\ & max\ C'' Y \end{aligned} \tag{8}$$

unde B'_2, B'_1 sînt submatrice din B_2 și B_1 a restricțiilor neredondante corespunzătoare soluției X°, motiv pentru care (7) și (8) au aceeași soluție optimă.

Din aceleași considerente au aceeași soluție optimă și problemele

$$\begin{aligned} & A_1 X \leqslant a_1 \\ & - B_1 X \leqslant - B_2 Y^\circ + B_3 W^\circ \\ & X \geqslant 0 \\ & max\ C'(Y^\circ)\ X \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned} & A_1 X \leqslant a_1 \\ & - B'_1 X \leqslant - B'_2 Y^\circ \\ & X \geqslant 0 \\ & max\ C'(Y^\circ)\ X. \end{aligned} \tag{10}$$

În baza acestor observații dăm în continuare o specializare a metodei descompunerii a lui Benders.

Considerăm Y° arbitrar pentru a rezolva problema

$$\begin{aligned} & A_1 X \leqslant a_1 \\ & X \geqslant 0 \\ & C'' Y^\circ + max\ C'(Y^\circ)\ X \end{aligned} \tag{11}$$

obținîndu-se X° și informații referitoare la construirea submatricelor B_1', B_2' pentru a considera:

$$\begin{aligned} &Z = C'(Y^\circ)\, X^\circ + max\, C''Y \\ &A_2 Y \leqslant a_2,\ B_2' Y \leqslant B_1' X^\circ,\ Y \geqslant 0 \end{aligned} \tag{12}$$

sau problema sa dual㠖:

$$\begin{aligned} &Z = C'(Y^\circ)\, X^\circ + min\,(u_1,\ u_2) \begin{pmatrix} a_2 \\ B_1' X^\circ \end{pmatrix} \\ &(u_1 u_2) \begin{pmatrix} A_2 \\ B_2' \end{pmatrix} \geqslant C'',\ u_1 \geqslant 0,\ u_2 \geqslant 0. \end{aligned} \tag{13}$$

Problema „master" a lui Benders cu soluția optimă a lui (12) respectiv (13) este

$$\begin{aligned} &\bar{Z} = max\, z \\ &z \leqslant C'(Y^1)\, X + (u_1^1,\ u_2^1) \begin{pmatrix} a_2 \\ B_1' X \end{pmatrix} \\ &A_1 X \leqslant a_1,\ -B_1' X \leqslant -B_2' Y^1,\ X \geqslant 0. \end{aligned} \tag{14}$$

Soluția X^1 a problemei (14) se folosește la construirea problemelor (12) respectiv (13).

Astfel, problema a fost rezolvată printr-o specializare a metodei lui Benders care prezintă următoarele avantaje:

— neliniaritatea prin acoladă dispare;

— dimensiunea modelului devine mai convenabilă prin generarea unor restricții în timpul iterațiilor lui Benders.

Convergența algoritmului astfel dat nu suferă deoarece problemele (7) și (8) respectiv (9) și (10) au aceeași soluție optimă datorită construirii numai a restricțiilor neredondante.

Soluția obținută este cu multe componente întregi dacă aprovizionarea, planul și termenele sînt corelate.

IV. EXPERIENȚE NUMERICE

Modelul global considerat pentru experiențe numerice a avut următoarele caracteristici:

Nr. cuptoare		Nr. perioade	Durata perioadei (în zile)	Nr. grupe de oțeluri	Nr. mărci lingotiere	Nr. feroaliaje
elaborare	tratament					
2	10	5	2	2	10	10

din care a rezultat un model cu dimensiunea matricelor A_1 de 27×50 și A_2 de 15×50 iar numărul restricțiilor generate, 63. Vectorul inițial Y° a fost fixat avînd toate componentele zero.

Prin rezolvarea problemei (11) s-a găsit

$$X^\circ = (x^1_{jt}) = \begin{bmatrix} 12 & 10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6{,}25 & 0 & 14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1{,}75 & 0 & 0 & 8 & 2 & 8{,}6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}2 & 2 & 0 & 14 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0{,}7 & 0 & 2 & 0 & 4 \end{bmatrix}$$

cu $C'(Y^\circ)\, X^\circ = 33{,}5$.

La rezolvarea problemei (12) s-a obținut

$$Y^1 = (y^1_{jt}) = \begin{bmatrix} 12 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 6{,}25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1{,}75 & 3{,}86 & 0{,}66 & 8 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 6{,}13 & 0 & 0 & 0 & 8{,}8 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 13{,}3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

cu $C''Y^1 = 62{,}76$ și $Z = 33{,}5 + 62{,}76 = 96{,}26$.

Rezolvarea problemei „master" (14) a condus la

$$X^1 = (x^1_{jt}) = \begin{bmatrix} 12 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6{,}66 & 0 \\ 6{,}25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 7{,}33 & 2 \\ 1{,}75 & 3{,}86 & 0{,}66 & 8 & 2 & 0 & 0{,}11 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 6{,}13 & 3{,}3 & 0 & 0 & 9{,}58 & 1{,}89 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

pentru care $\bar{Z} = 170{,}36$.

La rezolvarea din nou a problemei (12) s-a obținut

$$Y^2 = (y^2_{jt}) = \begin{bmatrix} 12{,}88 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4{,}14 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 14 & 0 \\ 0 & 3{,}86 & 0{,}66 & 8 & 1{,}28 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 5{,}72 & 0 & 0 & 0 & 9{,}57 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0{,}41 & 13 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

cu $C''Y^2 = 89{,}733$ și $Z = 80{,}57 + 89{,}73 = 170{,}20$; astfel că X^1, Y^2 sînt soluțiile obținute.

Remarcăm obținerea soluției din două iterații.

BIBLIOGRAFIE

1. LASDON L. S.: *Teoria optimizării sistemelor mari.* Editura tehnică, 1975, București.
2. FABIAN CS., SPIRCU L., LUBAN FL., MOGA S., ȘERBAN R.: *Un model de programare neliniară întreagă cu aplicații în elaborarea oțelului.* Simposion de conducere și informatică, 1976, Cluj.
3. FABIAN CS., MOGA S., ȘERBAN R.: *Modelarea problemei de programare operativă a producției la oțelăria electrică.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 2, 1978, București.
4. FABIAN CS., MOGA S., ȘERBAN R.: *Programarea și urmărirea operativă a producției la secția OE1-COST.* Studiu de analiză și proiectare, decembrie 1976, Academia de studii economice, Laboratoarele Catedrei de cibernetică economică.

5. BENDERS I. P.: *Partioning Procedures for Solving Mixed Variables Programming Problems.* Numerische Mathematik, 4, 1962.
6. ETSCHMAIER M. M., RICHARDSON R. J.: *Benders' Decomposition Algorithm and the Port Linkage Problem.* Technical Report 10 January 1973, Department of Industrial Engeenerging, University of Pittsburgh, Pennyslvania.
7. UNGER V. E.: *Capital Budgeting and Mixed Zero-One Integer Programming.* AIIE-Transaction, vol. 2, 1970.
8. GEOFFRION A. M., MARSTEN R. E.: *Integer Programming Algorithm: A Framework and State-of-art Survey.* Management Science, vol. 18, nr. 19, 1972.
9. KORTE B., KRELLE W., OBERHOFER W.: *Ein lexikographischer Suchalgorithmus zur Losung allgemeiner ganzzahlinger Programmierungsaufgaben.* Unternehmensforschung, vol. 13, 1969.
10. GEOFFRION A.: *How can specialized discret and convex optimization methods be married.* Workschop on Integer Programming Bonn, 1975.
11. BALAS E., BERGTHALLER CH.: *Benders' Method revisited.* Management Science, Research Report No. 401, october 1977, Cornegie-Mellon University.
12. HU T. C.: *Integer Programming and Network Flows.* Addison Wesley Publisching Company, 1970.

20.V.1978

M. COCAN
Universitatea Braşov

Un algoritm pentru determinarea celui mai scurt drum într-un graf

În lucrarea de faţă se dă un algoritm pentru determinarea celui mai scurt drum într-un graf evaluat fără circuite, utilizînd o variantă a ecuaţiei funcţionale a lui Bellman pentru problema de programare dinamică discretă.

1. NOŢIUNI INTRODUCTIVE

Este cunoscut [1] faptul că un graf G se defineşte ca fiind perechea (X, Γ) formată din mulţimea X a vîrfurilor şi aplicaţia $\Gamma: X \to X$ multivocă, sau în mod echivalent, perechea (X, U), U fiind mulţimea arcelor grafului, adică

$$U := \{(x_i, x_j)/x_i \in X,\ x_j \in \Gamma(x_j)\}.$$

Un graf poate fi studiat atît în funcţie de arcele sale orientate cît şi în funcţie de muchii; în primul caz se obţin noţiunile: drumuri, circuite, conexiune tare etc., iar în cel de al doilea se obţin noţiunile: lanţ, ciclu, conexiune şi altele.

În cele ce urmează vom trata grafurile care intervin în studiu ca grafuri orientate şi vom insista, pe scurt, asupra limbajului folosit în studiul acestor grafuri.

DEFINIŢIA 1. Se numeşte drum în graful $G = (X, U)$ succesiunea de arce $(u_1, u_2, \ldots)$ unde $u_j = (x_i^1, x_j^2)$ şi $u_{j+1} = (x_{j+1}^1, x_{j+1}^2)$ cu $x_{j+1}^1 = x_j^2$ pentru $j = 1, 2, \ldots$, deci extremitatea terminală a fiecărui arc coincide cu extremitatea iniţială a arcului următor.

Un drum poate fi simplu sau compus, după cum arcele sînt sau nu folosite, fiecare, cîte o singură dată; pe de altă parte, el poate fi elementar sau nu, după cum trece sau nu cîte o singură dată prin fiecare din vîrfurile sale.

Dacă un drum μ întîlnește succesiv vîrfurile $x_1, x_2, ..., x_k, x_{k+1}$, îl vom nota $\mu := [x_1, x_2, ..., x_k, x_{k+1}]$.

Un drum finit $\mu = [x_1, x_2, ..., x_k]$ în care vîrful inițial x_1 coincide cu vîrful final x_k se numește circuit.

DEFINIȚIA 2. Lungimea unui drum $\mu = (u_1, u_2, ..., u_k)$ se definește ca fiind numărul arcelor șirului; vom nota $l(\mu) = k$; dacă drumul este infinit, punem $l(\mu) := \infty$.

Se cunosc mai mulți algoritmi pentru determinarea drumurilor la lungime minimă ale unui graf. Menționăm dintre acestea algoritmul Bellman-Kalaba, algoritmul Ford, algoritmul Brarch and Bound [2], algoritmul lui Little [3].

DEFINIȚIA 3. Se numește arborescență un graf orientat, fără circuite, în care un vîrf și numai unul nu este precedat de nici un alt vîrf și orice alt vîrf este precedat de cîte un singur vîrf.

Dăm în continuare o altă definiție unui graf (vezi [4]), desigur echivalentă cu cele menționate anterior.

DEFINIȚIA 4. Se numește graf, cvartetul $G = \{X, U, \alpha, \beta\}$ unde:
— X este o mulțime nevidă, denumită mulțimea vîrfurilor;
— U este o mulțime oarecare, denumită mulțimea arcelor;
— $\alpha, \beta: U \to X$; $\alpha(u)$, $\beta(u)$ reprezintă vîrful inițial, respectiv vîrful final al arcului $u \in U$.

Ne propunem ca în cele ce urmează să prezentăm un algoritm de determinare a celui mai scurt drum într-un graf utilizînd ecuația funcțională a lui Bellman pentru problema standard de programare dinamică discretă.

2. ECUAȚIA FUNCȚIONALĂ A LUI BELLMAN PENTRU PROBLEMA STANDARD DE PROGRAMARE DINAMICĂ DISCRETĂ [5]

Presupunem că starea unui sistem economic, tehnic etc., ce se analizează în intervalul $[t_1, t_2]$, este descrisă de vectorul de stare

$$x = \begin{pmatrix} x^1 \\ x^2 \\ \vdots \\ x_m \end{pmatrix} \in R^m$$

ale cărui componente se numesc variabile de stare, iar schimbarea stării sistemului, în timp, este dependentă de vectorul de decizie

$$u = \begin{pmatrix} u^1 \\ u^2 \\ \vdots \\ u^r \end{pmatrix} \in R^r$$

ale cărui componente poartă numele de variabile de decizie.

Presupunem că intervalul $[t_1, t_2]$ este împărțit astfel în subintervale (etape), încît starea sistemului se modifică exclusiv prin trecere de la o etapă

la alta și rămîne aceeași în interiorul unei etape. În cadrul fiecărei etape se adoptă numai o decizie.

Se cere să se determine succesiunea de decizii și succesiunea de stări corespunzătoare care să minimizeze o anumită funcție obiectiv, funcție ce evaluează procesul.

Considerînd cazul în care stările posibile x_j ale sistemului în etapa j aparțin unui domeniu al stărilor $\Sigma_j \subseteq R^m$ și deciziile posibile unui domeniu al deciziilor $\Omega_j(x_{j-1}) \subseteq R^r$, iar funcția obiectiv care se minimizează este costul total al procesului, atunci modelul matematic al problemei formulate se prezintă astfel:

$$\sum_{j=1}^{n} g_j(x_{j-1}, u_j) \to MIN$$

$$x_j = f_j(x_{j-1}, u_j), \quad j = 1, 2, ..., n;$$

$$x_0 - \text{dat}; \tag{1}$$

$$x_j \in \Sigma_j, \quad j = 1, 2, ..., n;$$

$$u_j \in \Omega_j(x_{j-1}), \quad j = 1, 2, ..., n$$

unde funcțiile f_j, g_j $(j = 1, 2, ..., n)$ sînt definite pe mulțimile:

$$D_j := \{(x,u) \in R^{m+r} \mid x \in \Sigma_{j-1}, \ u \in \Omega_j(x)\}, \ j = 1, 2, ..., n. \tag{2}$$

Se demonstrează în [5] că există o funcție

$$F_j^*: \Sigma_{j-1}^* \to R$$

unde

$$\Sigma_{j-1}^* := \{x_{j-1} \in \Sigma_{j-1} \mid (\exists)\, u_j \in \Omega_j(x_{j-1}), f_j(x_{j-1}, u_j) \in \Sigma_j^*\}, \ j = 1, 2, ... n; \tag{3}$$

$$\Sigma_n^* := \Sigma_n,$$

astfel ca să avem:

$$F_j^*(x_{j-1}) = \min_{\substack{u_\nu \in \Omega_\nu(x_{\nu-1}) \\ \nu = j, j+1, ..., n}} \sum_{\nu=j}^{n} g_\nu(x_{\nu-1}, u_\nu), \quad j = 1, 2, ..., n; \tag{4}$$

și în plus

$$F_i^*(x_{j-1}) = \min_{u_j \in \Omega_j(x_{j-1})} \{g_j(x_{j-1}, u_j) + F_{j+1}^*(x_j)\}, \quad j = 1, 2, ..., n; \tag{5}$$

cu condiția suplimentară

$$F_{n+1}^*(x_n) := 0, \quad (\forall)\, x_n \in \Sigma_n.$$

Ecuația (5) se numește ecuația funcțională a lui Bellman.

În cazul în care ecuațiile dinamice $x_j = f_j(x_{j-1}, u_j)$, $j = 1, 2, ..., n$, pot fi explicitate în raport cu x_{j-1}, ecuația funcțională a lui Bellman ia forma următoare:

$$\tilde{F}_j^*(x_j) = \min_{u_j \in \tilde{\Omega}(x_j)} \{g_j[\tilde{f}_j(x_j, u_j), u_j] + \tilde{F}_{j-1}^*[\tilde{f}_j(x_j, u_j)]\}, \ j = 1, 2, ..., n; \tag{6}$$

unde condițiile dinamice devin

$$x_{j-1} = \tilde{f}_j(x_j, u_j), \quad j = 1, 2, ..., n$$

iar relația $u_j \in \Omega_j(x_{j-1})$ devine $u_j \in \tilde{\Omega}_j(x_j)$, $j = 1, 2, ..., n$, unde se impune condiția ca $\tilde{F}_0^*(x_0) := 0$.

Dacă însă ecuațiile dinamice pot fi explicitate în raport cu u_j, adică

$$u_j = \hat{f}_j(x_{j-1}, x_j), \quad j = 1, 2, ..., n$$

atunci ecuația funcțională a lui Bellman are forma:

$$\hat{F}_j^*(x_{j-1}) = \min_{x_j \in \hat{\Omega}_j(x_{j-1}) \cap \Sigma_j} \{\hat{g}_j(x_{j-1}, x_j) + \hat{F}_{j+1}^*(x_j)\}, \quad j = 1, 2, ..., n \tag{7}$$

cu

$$\hat{F}_{n+1}^*(x_n) := 0, \quad (\forall)\, x_n \in \Sigma_n.$$

În cele ce urmează ne vom ocupa cu studiul unei variante a ecuației funcționale (6) în sensul rezolvării problemei formulate.

3. PREZENTAREA ALGORITMULUI

Considerăm un graf $G = (X, U)$ fără circuite, ale cărui arce sînt evaluate și ne propunem să determinăm cele mai scurte drumuri existente în acest graf.

Presupunem că $X = \{x_0, x_1, ..., x_n\}$ și încercăm să determinăm drumurile de lungime minimă de la vîrful x_0 la toate celelalte vîrfuri.

Identificăm stările procesului dinamic cu vîrfurile grafului; îndeosebi reținem faptul că identificăm starea x_0 a procesului cu vîrful grafului ce poartă aceeași denumire. Fie $\hat{g}(x, y)$ evaluarea arcului (x, y) cu vîrful inițial x și vîrful final y; $\hat{\Omega}(x)$ reprezintă mulțimea succesorilor vîrfului x și $\hat{F}_j^*(x)$ lungimea minimă a drumurilor de la x_0 la x, care sînt formate din j arce; acestea satisfac ecuația funcțională următoare:

$$\hat{F}_j^*(x) = \min_{y \in \Sigma \cap \hat{\Omega}(x)} \{\hat{g}(x, y) + \hat{F}_{j-1}^*(y)\}, \quad j = 1, 2, ..., n \tag{8}$$

cu

$$\hat{F}_0^*(x) := 0, \text{ pentru } x = x_0 \text{ (dat)}.$$

Fie acum $\bar{F}_j^*$ lungimile minime ale drumurilor de la x_0 la x formate din cel mult j arce, punînd

$$\bar{F}_j^*(x) := \infty$$

dacă nu există astfel de drumuri.

Pentru $\bar{F}_j^*(x)$ are loc evident:

$$\bar{F}_j^*(x) = min\ (\bar{F}_{j-1}^*(x),\ \min_{y \in \hat{\Omega}(x)} \{\hat{g}(x, y) + \bar{F}_{j-1}^*(y)\}),\quad j = 1, 2, ..., n$$

$$\bar{F}_0^*(x) := \begin{cases} 0 & , \text{ dacă } x = x_0 \\ \hat{g}(x_0, x) & , \text{ dacă } x \text{ este succesor al lui } x_0 \\ \infty & , \text{ în celelalte cazuri} \end{cases}$$

unde x este un vîrf oarecare în graful G. Deoarece numărul maxim posibil al arcelor unui drum în graful G cu $n + 1$ noduri este $n + 1$, $\bar{F}_n^*(x)$ reprezintă lungimea minimă a drumurilor de la x_0 la x, desigur în cazul în care există un cel mai scurt drum de la x_0 la x.

Această metodă este recomandată în mod deosebit atunci cînd graful G este fără circuite, iar vîrfurile grafului G constituie o mulțime sortabilă, [4], caz în care aceasta se sortează cu ajutorul unei funcții de sortare s definite astfel:

$$s: X \to N$$

cu

$$s(x_p) < s(x) < s(x_s),\ \text{oricare ar fi } x \in X,$$

unde $x_p \in X$ este un vîrf-predecesor al lui x, iar $x_s \in X$ este un vîrf-succesor al lui x. Cu acestea putem simplifica rezolvarea ecuației funcționale (8) astfel: la etapa j se evaluează execuția în exclusivitate pentru vîrfurile $x = x_{0+j}$, unde $j \in N$, $j = s(x_j)$, $x_j \in X$, cu condiția inițială $\hat{F}_0^*(x_0) := 0$. Indicele j ia valorile 1, 2, ..., n. $\hat{F}_0^*(x_{0+j})$ reprezintă acum lungimea de drum minimă de la x_0 la x_j, $j = 1, 2, ..., n$.

Prezentăm în fig. 1 o schemă logică de rezolvare a problemei menționate.

4. OBSERVAȚII ASUPRA DRUMURILOR DE LUNGIME MINIMĂ ÎN „GRAFUL DE ABORDARE" AL UNUI FIȘIER

Pentru descrierea și analiza mulțimilor de date de dimensiuni mari se descompun acestea succesiv în submulțimi pînă se ajunge la componente inseparabile. Spre exemplu în [4], un fișier este descris cu ajutorul a șapte trepte ierarhice și anume: fișier, bloc, înregistrare, segment, cîmp, caracter, bit.

DEFINIȚIA 5. Un fișier F este un cvartet de forma:

$$F = \{A(F),\ G(F),\ R(F),\ \varphi_F\}$$

cu următoarele proprietăți:

1) $A(F) = (X,\ U)$ este o arborescență, care evidențiază structura logică a fișierului;

2) $G(F)$ este un graf fără paralelisme ($\alpha(u_1) = \alpha(u_2)$ și $\beta(u_1) = \beta(u_2)$ implică $u_1 \equiv u_2$), a cărui mulțime de vîrfuri coincide cu mulțimea vîrfurilor lui $A(F)$ și se numește graf de abordare;

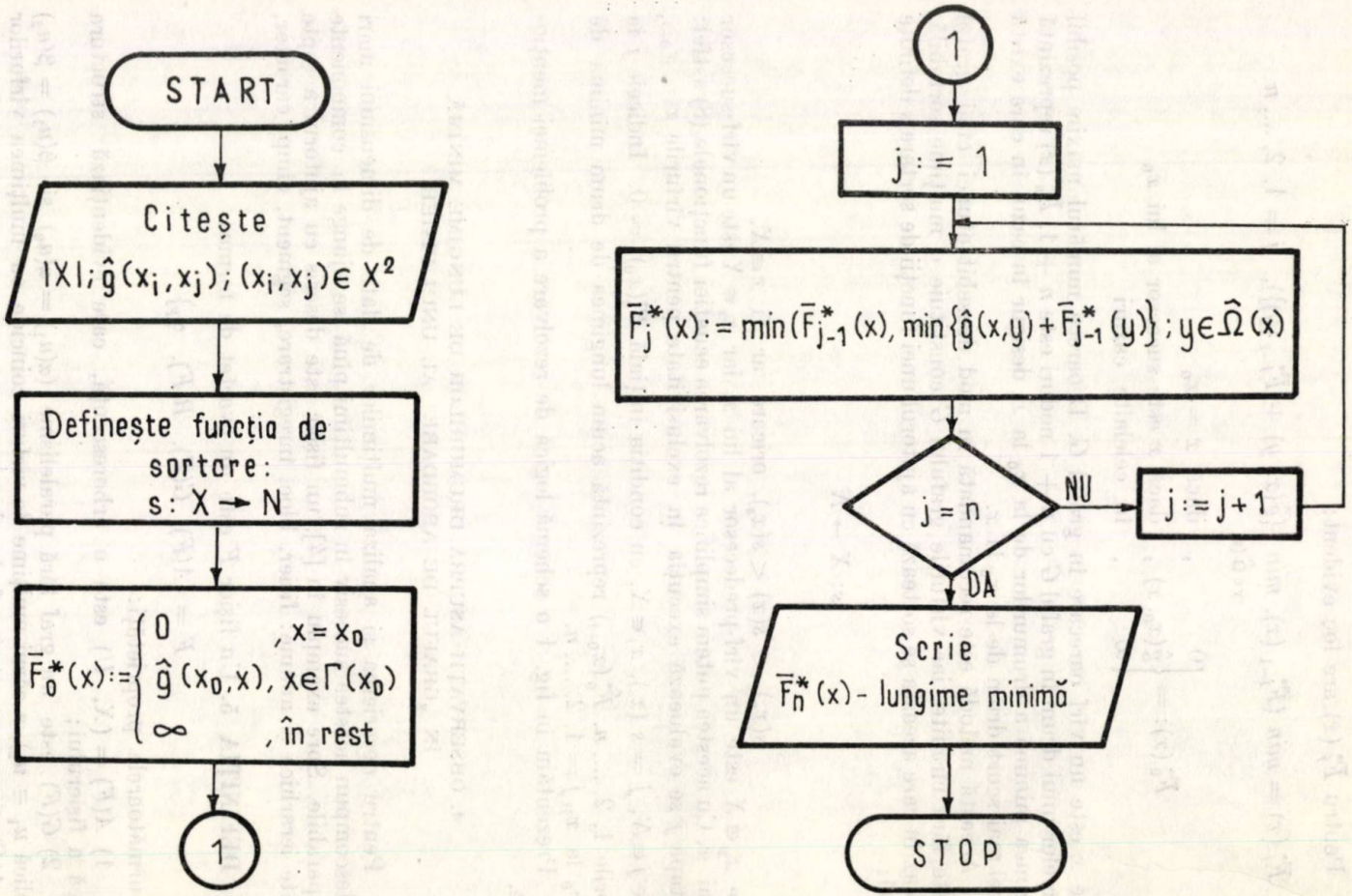

START
Citește
|X|; $\hat{g}(x_i, x_j)$; $(x_i, x_j) \in X^2$
Definește funcția de sortare:
s: X → N
$\bar{F}_0^*(x) := \begin{cases} 0 & , x = x_0 \\ \hat{g}(x_0, x), & x \in \Gamma(x_0) \\ \infty & , \text{în rest} \end{cases}$
1
1
j := 1
$\bar{F}_j^*(x) := \min(\bar{F}_{j-1}^*(x), \min\{\hat{g}(x,y) + \bar{F}_{j-1}^*(y)\}; y \in \hat{\Omega}(x)$
j = n
NU
j := j+1
DA
Scrie
$\bar{F}_n^*(x)$ - lungime minimă
STOP

Fig. 1.

3) $R(F)$ este o aplicație a mulțimii $N(F)$ a vîrfurilor de rang zero relativ la graful $G(F)$, care constituie părțile fișierului nemijlocit adresate, în mulțimea numerelor naturale, deci

$$R(F):\ N(F) \to N$$

și poartă denumirea de „listă de adresare"

4) φ_F este o aplicație a mulțimii vîrfurilor de rang maxim (relativ la $A(F)$) în mulțimea $\{0,1\}$.

Un exemplu de fișier a cărui descompunere a cîmpurilor nu interesează este ilustrat în fig. 2 și fig. 3:

$$F = \{A(F),\ G(F),\ R(F),\ \varphi_F\}$$

$$R(F):\ N(F) \to N;$$

$$N(F) = \{F,\ I_{12},\ B_2,\ I_{32}\}.$$

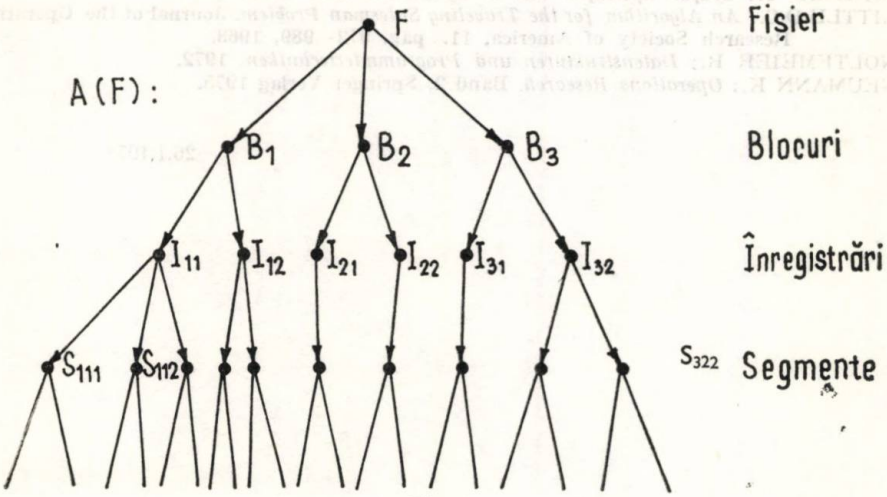


Fig. 2.

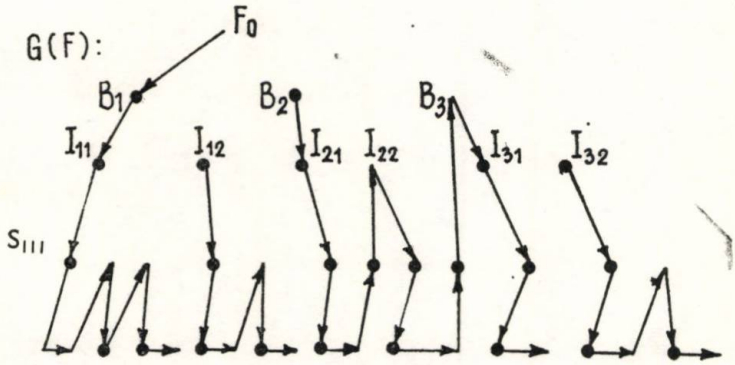


Fig. 3.

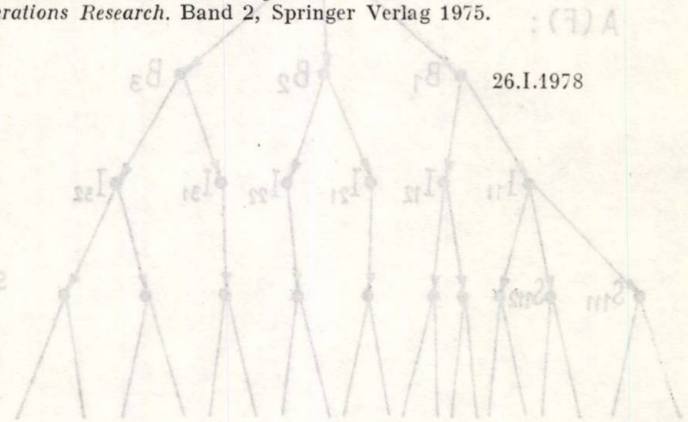
DEFINIȚIA 6. Un fișier $F = \{A(F), G(F), R(F), \varphi_F\}$ se numește liniar dacă $G(F)$ este un drum elementar.

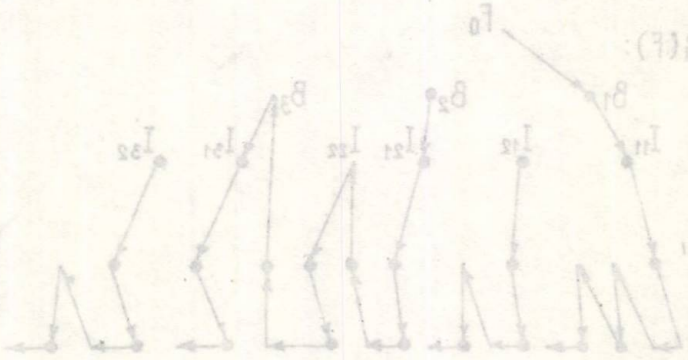
Problema căutării înregistrărilor în fișiere liniare prin identificarea întregii înregistrări sau prin identificarea unui segment caracteristic al înregistrării căutate denumit cheie ocupă un loc central în prelucrarea automată a datelor. Timpul de acces la înregistrări este dependent de metoda de căutare. Atunci problema optimizării (minimizării) timpului de acces este echivalentă cu problema optimizării lungimii drumului de acces în arborescența $A(F)$, eventual în graful de abordare $G(F)$.

BIBLIOGRAFIE

1. BERGE C.: *Teoria grafurilor și aplicațiile ei*, Ed. Tehnică, București 1969.
2. IONESCU T.: *Grafuri-aplicații*. vol. 1—2, E.D.P. Buc. 1973.
3. LITTLE D.C.: *An Algorithm for the Traveling Salesman Problem*. Journal of the Operations Research Society of America, 11, pag. 972—989, 1963.
4. NOLTEMEIER R.: *Datenstrukturen und Programmiertechniken*. 1972.
5. NEUMANN K.: *Operations Research*. Band 2, Springer Verlag 1975.

26.I.1978





C. HÂRTU
CARLA SCHÄCHTER

Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Prognoza producției nete în principalele ramuri ale economiei naționale

În lucrare se prezintă studiile elaborate, în cadrul Laboratoarelor Catedrei de cibernetică economică, pentru prognoza „producției nete" în principalele ramuri ale economiei naționale — industrie, construcții, transporturi, agricultură — pe un orizont mediu, cu ajutorul teoriei funcțiilor de producție, calculele fiind efectuate pe sistemul IBM-370 din dotarea laboratoarelor, folosind datele pentru anii 1970—1976 din Anuarul statistic al R.S.R..

Necesitatea accelerării dezvoltării producției pe baza tehnicii moderne, îmbunătățirea continuă a calității produselor, realizarea unei înalte eficiențe economice și creșterea rentabilității, au impus reconsiderarea „valorii producției nete" și a „producției fizice" în cadrul sistemului unitar de indicatori folosiți în activitatea de planificare, urmărire și control a activității de producție.

Astfel, plenara C.C. al P.C.R. din 22—23 martie 1978, precum și Congresul al XII-lea al P.C.R. au adoptat o serie de măsuri privind perfecționarea mecanismului economico-financiar, întărirea autogestiunii economice și ridicarea pe un plan superior a autoconducerii muncitorești în vederea dezvoltării mai puternice a forțelor de producție și creșterii pe această bază a nivelului de trai și civilizație al întregului popor.

Creșterea continuă a rolului activității de planificare și a celei financiare la îndeplinirea programelor de dezvoltare în ritmuri înalte a forțelor de producție, impun cu necesitate folosirea pîrghiilor economico-financiare și a unui sistem de indicatori de plan prin intermediul cărora să se acționeze pe linia sporirii eficienței economice.

Conținutul și structura complexă a indicatorului producție netă, precum și multiplele sale conexiuni, directe și indirecte, cu ceilalți indicatori folosiți în activitatea de planificare, au determinat elaborarea unor studii de prog-

noză a nivelului acestui indicator, dată fiind importanța stabilirii cu cît mai mare acurateță și precizie a nivelului său, atît în principalele ramuri cît și totalul economiei naționale.

Indicatorul „producție netă" cuprinde următoarele elemente: impozitul pe valoarea producției nete; retribuțiile directe ale personalului muncitor și alte drepturi ale oamenilor muncii; cheltuielile de cercetare și pentru introducerea tehnicii noi; cheltuielile generale, exclusiv cele materiale; impozitul pe fondul de retribuire; contribuția pentru asigurări sociale; beneficiul net.

După cum se știe, producție netă, calculată prin scăderea cheltuielilor materiale din produsul social, la nivelul economiei naționale, reprezintă de fapt venitul național adică valoarea nou creată în activitatea productivă, fiind rezultatul final al eforturilor depuse în cadrul întregului sistem al economiei naționale în vederea sporirii volumului producției fizice, a reducerii consumurilor de materii prime, materiale, combustibili și energie, a valorificării superioare a întregului potențial tehnic, material și uman de care dispune națiunea la un moment dat.

La nivel de ramură, producția netă îmbracă forma „produsului net" care exprimă valoarea nou creată în cadrul ramurii și care are implicații puternice asupra unor indicatori esențiali ai economiei de ramură, cum sînt:

— productivitatea muncii exprimată prin producția netă precum și în expresie fizică prin consumul de timp de muncă pe unitate de produs;

— cheltuielile la 1000 lei producție marfă, totale și materiale;

— gradul de folosire a capacităților de producție;

— beneficiile și producția netă ce se obțin la 1000 lei fonduri fixe.

Produsul net al ramurilor sau valoarea producției nete, reprezintă contribuția efectivă pe care o are fiecare ramură la constituirea venitului național, singura sursă a dezvoltării economiei naționale, și ridicării sistematice a nivelului de trai al întregului popor.

Rezultă cu claritate că la baza întregului sistem de indicatori economici folosiți în activitatea de planificare și dezvoltare a economiei naționale trebuie să stea valoarea producției nete, ea fiind aceea care asigură atît mijloacele de acumulare cît și mijloacele de creștere a bunăstării generale a întregii națiuni.

În cele ce urmează, este prezentată o metodă de prognoză, atît a venitului național, cît și a produsului net din principalele ramuri ale economiei naționale, pe baza teoriei funcțiilor de producție, folosindu-se sisteme moderne de calcul — sistemul I.B.M.-370 din dotarea Laboratoarelor Catedrei de Cibernetică Economică — și date furnizate de anuarele statistice ale R.S.R.

După cum se știe, funcția de producție definește legătura, exprimată funcțional, între rezultatele unei activități productive și factorii care concură la realizarea acestor rezultate, fiind de forma:

$$Y = f(x_1, x_2, ..., x_n) \qquad (1)$$

unde x_i $(i = 1, 2, ..., n)$ sînt cantități din cei n factori de producție iar Y reprezintă rezultatul producției.

Acest tip de funcție este considerat în ipotezele:

a) $x_i \geqslant 0$, pentru orice $i = 1, 2, ..., n$

b) $Y \geqslant 0$

c) pentru un volum al producției fixat se aleg acele tehnologii care conduc la consumuri minime din factorii de producție sau, pentru consumuri fixate din factorii de producție se aleg acele tehnologii care conduc la maximizarea rezultatelor activității de producție.

Modelele de tip „funcție de producție" folosite în realizarea prognozelor propuse, utilizează următoarele variabile:

— L: numărul mediu scriptic de personal;

— K: fonduri fixe;

— Y: produsul net;

— t: factorul timp care cuantifică acțiunea progresului tehnic.

Relația (1) se poate scrie deci:

$$Y = f(K, L, t) \tag{2}$$

și este particularizată sub diferite forme, cunoscute în teoria funcțiilor de producție: Cobb-Douglas, C.E.S., Allen, Rowe-Sato etc. fiecare din aceste forme avînd anumite proprietăți calitative materializate prin condiții de existență și indicatori caracteristici.

Procesul de elaborare a prognozelor cu ajutorul funcțiilor de producție comportă parcurgerea a două etape esențiale:

— verificarea validității condițiilor de existență pentru fiecare funcție de producție aplicată seriilor dinamice considerate;

— alegerea acelor funcții de producție pentru care valorile indicatorilor statistici calitativi ai prognozei sînt cele mai apropiate de valorile optime.

În prezentul studiu au fost folosite următoarele funcții de producție:

a) Cobb-Douglas omotetic fără progres tehnic:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \tag{3}$$

cu condițiile de existență:

$$A,\ \alpha,\ \beta > 0 \text{ și } \alpha + \beta = 1.$$

b) Cobb-Douglas omotetic cu progres tehnic:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}e^{\lambda t} \tag{4}$$

cu condițiile de existență:

$$A,\ \alpha,\ \beta,\ \lambda > 0 \text{ și } \alpha + \beta = 1.$$

Pentru ambele funcții de tip Cobb-Douglas, semnificația parametrilor este:

α — elasticitatea produsului net în raport cu fondurile fixe;

β — elasticitatea produsului net în raport cu numărul mediu scriptic de personal;

λ — factorul de progres tehnic:

A — factor de scară.

c) Funcția C.E.S.:

— omogen fără progres tehnic:

$$Y = A(\alpha K^{-\rho} + \beta L^{-\rho})^{h/\rho} \tag{5}$$

cu condițiile de existență:

$$A,\ \alpha,\ \beta,\ > 0;\quad h \neq 1;\quad -1 < \rho$$

— omotetic fără progres tehnic: (6)

$$Y = A(\alpha K^{-\rho} + \beta L^{-\rho})^{-1/\rho}$$

cu condițiile de existență:

$$A,\ \alpha,\ \beta > 0;\quad \alpha + \beta = 1;\quad -1 < \rho.$$

d) Funcția Allen:

$$Y = (2hKL - \alpha K^2 - \beta L^2)^{1/2} \tag{7}$$

cu condițiile de existență:

$$h,\ \alpha,\ \beta > 0;\ h^2 > \alpha\beta.$$

e) Funcția Rowe-Sato:

$$Y = \frac{K^2 \cdot L^2}{\alpha K^3 + \beta L^3} \tag{8}$$

cu condițiile de existență:

$$\alpha, \beta > 0;\ \left(\frac{\beta}{2\alpha}\right)^{1/2} < \frac{K}{L} < \left(\frac{2\beta}{\alpha}\right)^{1/2}.$$

Parametrii tuturor acestor funcții de producție se calculează cu ajutorul metodei celor mai mici pătrate după ce, în prealabil, funcțiile de producție au fost aduse la o formă liniară în K și L sau $\frac{K}{L}$, unde raportul $\frac{K}{L}$ reprezintă înzestrarea tehnică a forței de muncă.

Prognoza produsului net a principalelor ramuri ale economiei naționale s-a realizat pe baza datelor cuprinse în tabelul 1, în care datele din perioada 1977—1980 reprezintă prognoze realizate pe baza ritmului mediu de creștere.

Indicatori statistici calitativi ai prognozei care au fost luați în considerare sînt:

r — coeficientul de corelație,

C_d — coeficientul de determinație,

σ — abaterea standard,

C_v — coeficientul de variație.

Cu ajutorul acestora, este caracterizată intensitatea legăturii dintre valorile variabilelor independente și valorile variabilei rezultative, gradul de omogenitate al seriei valorilor variabilelor independente și dependente,

Tabelul 1

An	Industrie		Construcții		Agricultură și silvicultură		Transporturi și telecomunicații		Total economie națională	
	Număr mediu scriptic de personal (mii pers.)	Fonduri fixe (mld.lei)	Număr mediu scriptic de personal (mii pers.)	Fonduri fixe (mld.lei)	Număr mediu scriptic de personal (mii pers.)	Fonduri fixe (mld. lei)	Număr mediu scriptic de personal (mii pers.)	Fonduri fixe (mld. lei)	Număr mediu scriptic de personal (mii pers.)	Fonduri fixe (mld. lei)
1970	2066	274	683	20	472	97	397	88	5109	757
71	2202	304	714	24	496	96	407	101	5375	825
72	2324	338	746	28	517	104	419	107	5630	893
73	2485	381	740	31	537	114	435	117	5830	977
74	2660	433	715	35	514	124	435	129	6025	1075
75	2802	500	736	47	535	137	470	145	6300	1203
76	2909	559	749	52	569	148	479	160	6559	1325
77	3029	675	780	63	619	179	499	190	6800	1570
78	3139	795	800	70	639	182	510	205	7020	1810
79	3244	920	810	81	648	190	517	225	7260	2060
1980	3370	1060	823	95	660	204	530	240	7510	2320

Prognoză

influența factorilor aleatori în raport cu influența tuturor factorilor asupra valorilor variabilei rezultative și abaterile valorilor seriei prognozate față de valorile seriei observate.

Efectuîndu-se calculele, s-au obținut rezultatele, cuprinse în tabelul 2.

Se observă că, pentru economia românească, funcția care corespunde cel mai bine după calculele efectuate de noi, prognozei produsului net și a venitului național este funcția Cobb-Douglas. Analizîndu-se rezultatele cuprinse în tabelul 3, se poate observa ușor că diferențele relative dintre valorile observate și cele prognozate sînt foarte mici, ele încadrîndu-se în limitele admise de $\pm$ 5%, deci prognoza efectuată are un caracter operațional.

Totodată, pe baza datelor prognozate în diferite ramuri se poate analiza și ponderea produsului net în venitul național (în dinamică) constatîndu-se tendința de creștere a ponderii produsului net creat în agricultura de stat și alte ramuri, conform prevederilor actuale ale documentelor de partid (tabelul 4).

Procedîndu-se la o analiză atentă a rezultatelor cuprinse în tabelul 3, se pot trage o serie de concluzii deosebit de interesante:

a) Elasticitatea produsului net în raport cu numărul mediu scriptic de personal este foarte mare pentru industrie, rezultînd că valoarea nou creată pentru această ramură crește cu 0,95% la o creștere cu 1% a numărului mediu scriptic;

b) Pentru ramura transporturi, aproape întregul spor de valoare nou creată este obținut pe seama sporului fondurilor fixe, elasticitatea produsului net în raport cu fondurile fixe fiind de 0,9011%;

c) Proporția dintre valorile celor două elasticități ale produsului net în ramura construcțiilor este oarecum mai echilibrată, accentul fiind pus totuși pe seama factorului personal muncitor, a cărui creștere cu 1% duce la un spor de valoare nou creată de 0,7666%;

d) Pe total economie națională, la o creștere cu 1% a numărului mediu scriptic de personal corespunde o creștere de 0,9486% a venitului național, factorul de progres tehnic avînd o valoare relativ mare — peste 6% — ceea ce demonstrează importanța ridicării gradului de calificare a tuturor categoriilor de personal muncitor în obținerea unui volum sporit a producției nete pe seama aceluiași volum al fondurilor fixe;

e) Evoluția produsului social pe perioada 1970—1980 reflectă preocuparea permanentă a tuturor colectivelor de oameni ai muncii de a reduce cheltuielile materiale de producție în raport cu volumul total al producției, pe seama economiilor de materii prime și materiale, de combustibili și energie, prin raționalizarea consumurilor specifice și în general prin aplicarea metodelor și tehnologiilor moderne în activitatea productivă, ceea ce duce la sporirea considerabilă a eficienței economice în ansamblu.

Ponderea cheltuielilor materiale în produsul social are o tendință constantă de scădere:

1970 — 59,6%

1976 — 57,8%

1980 — 57,6%

TABELUL 2

Funcții de producție / Indicatorii economici prognozați	COBB - DOUGLAS				ALLEN		ROWE - SATO		C. E. S.			
	Omotetic fără progres tehnic $Y=AK^{\alpha}L^{\beta}$; $A,\alpha,\beta>0;\alpha+\beta=1$		Omotetic cu progres tehnic $Y=AK^{\alpha}L^{\beta}e^{\lambda t}$ $A,\alpha,\beta,\lambda>0;\alpha+\beta=1$		$Y=\sqrt{2hkl-\alpha K^2-\beta L^2}$ $h,\alpha,\beta>0$ $h^2>\alpha\beta$		$Y=K^2L^2/(\alpha K^3-\beta L^3)$ $\alpha,\beta>0;(\frac{\beta}{2\alpha})^{1/2}<\frac{K}{L}<(\frac{2\beta}{\alpha})^{1/2}$		Omogen fără progres tehnic $Y=A(\alpha K^{-\varrho}+\beta L^{-\varrho})^{-h/\varrho}$ $\alpha,\beta>0;h\neq 1;-1<\varrho$		Omotetic fără progres tehnic $Y=A(\alpha K^{-\varrho}+\beta L^{-\varrho})^{-h/\varrho}$ $\alpha,\beta>0;h=1;-1<\varrho$	
VENIT NATIONAL	A = 0,1782 α = 1,1996 β = -0,1996		r = 0,991 C_d = 98,203 σ = 0,017 C_v = 1,071	A = 3,4082 α = 0,0513 β = 0,9486 λ = 0,0618	r = 0,999 C_d = 99,703 σ = 0,007 C_v = 0,435	h = - 0,0044 α = 0,2099 β = 0,0006		α = 103,82 β = 0,1114 K/L ∉ ( )		A = 0,046 α = 1,924 β = -0,924 h = 1,449 ϱ = -0,366		A = 0,78 α = -0,75 β = 3,246 ϱ = 0,1506	
PRODUS NET IN INDUSTRIE	A = 1,0161 α = 0,6868 β = 0,2131		r = 0,584 C_d = 96,879 σ = 0,015 C_v = 0,811	A = 5,0364 α = 0,0456 β = 0,5543 λ = 0,0405	r = 0,992 C_d = 98,435 σ = 0,011 C_v = 0,574	h = 0,0172 α = 0,0273 β = -0,0018		α = 52,63 β = 0,176 $\frac{K}{L}$ ∉ ( )		A = 0,029 α = 0,023 β = 0,966 h = 1,188 ϱ = -9,214			
PRODUS NET IN CONSTRUCTII	A = 2,5056 α = 0,2333 β = 0,7666		r = 0,932 C_d = 86,880 σ = 0,027 C_v = 2,138	A = 3,8122 α = -0,2403 β = 1,2403 λ = 0,0713	r = 0,969 C_d = 93,870 σ = 0,019 C_v = 1,462	h = 0,0132 α = -0,1352 β = 0,00014		α = 406,86 β = 0,019 $\frac{K}{L}$ ∉ ( )		A = 23,126 α = -3,434 β = 2,434 h = 0,765 ϱ = 0,103			
PRODUS NET IN AGRICULTURA SILVICULTURA	A = 1,2145 α = 0,7012 β = 0,2987		r = 0,607 C_d = 36,899 σ = 0,103 C_v = 4,355	A = 131,29 α = -0,9370 β = 1,9370 λ = 0,1004	r = 0,862 C_d = 74,320 σ = 0,066 C_v = 2,799	h = -0,0707 α = 0,436 β = 0,0204		α = 0,501 β = 0,367 $\frac{K}{L}$ ∉ ( )		A = 1,326 α = 1,410 β = -0,410 h = 0,765 ϱ = -1,018			
PRODUS NET IN TRANSPORTURI SI TELECOMUNICATII	A = 0,1917 α = 0,9011 β = 0,0988		r = 0,936 C_d = 87,633 σ = 0,044 C_v = 3,319	A = 40,4772 α = -0,8558 β = 1,8558 λ = 0,1158	r = 0,968 C_d = 93,637 σ = 0,032 C_v = 2,383	h = -0,0113 α = 0,109 β = 0,0014		α = 52,18 β = 0,792 $\frac{K}{L}$ ∉ ( )		A = 15,221 α = 3,134 β = -2,137 h = 1,661 ϱ = 20,22			
PRODUS SOCIAL	A = 0,5582 α = 1,0878 β = -0,0878		r = 0,992 C_d = 98,383 σ = 0,015 C_v = 0,596	A = 6,5166 α = 0,1498 β = 0,8501 λ = 0,0505	r = 0,998 C_d = 99,642 σ = 0,007 C_v = 0281	h = 0,019 α = 0,923 β = -0,0014		α = 36,58 β = 0,052 $\frac{K}{L}$ ∉ ( )		A = 0,0004 α = 0,434 β = 0,565 h = 1,8108 ϱ = 0,3291	r = 0,987 C_d = 98,850 σ = 0,017 C_v = 0,377		

Pentru funcțiile ale căror condiții de existență nu sînt îndeplinite nu s-au mai trecut și valorile indicatorilor statistici aferenți.

TABELUL 3 - miliarde lei -

AN	VENIT NATIONAL			PRODUS NET									PRODUS SOCIAL		
				IN INDUSTRIE:			IN CONSTRUCTII:			IN TRANSPORTURI:					
	OBSERVAT	PROGNOZA	DIFERENTE RELATIVE(%)	OBSERVAT	PROGNOZA	DIFERENTE RELATIVE(%)	OBSERVAT	PROGNOZA	DIFERENTE RELATIVE(%)	OBSERVAT	PROGNOZA	DIFERENTE RELATIVE(%)	OBSERVAT	PROGNOZA	DIFERENTE RELATIVE(%)
1970	212	212,7	0,34	123	121,9	-0,87	22	22,0	-0,05	13	12,4	-4,42	523	524,5	0,28
1971	240	238,5	-0,62	134	135,6	1,18	23	23,7	3,22	13	14,1	8,49	586	583,5	-0,43
1972	265	266,2	0,45	148	149,4	0,98	25	25,5	1,80	15	14,9	-0,68	643	646,0	0,47
1973	292	294,1	0,71	170	166,7	-1,93	27	25,9	-4,07	16	16,2	1,30	706	709,5	0,49
1974	329	324,3	-1,41	186	186,4	0,19	27	26,0	-3,88	18	17,7	-1,68	790	778,5	-1,46
1975	362	362,1	0,01	203	205,3	1,12	28	28,4	1,52	21	19,8	-5,64	864	865,0	0,12
1976	400	402,1	0,54	224	222,7	-0,59	29	29,5	1,71	21	21,7	3,31	950	955,3	0,56
1977	-	446,6	-	-	243,1	-	-	31,8	-	-	25,4	-	-	1062,8	-
1978	-	493,2	-	-	263,9	-	-	33,3	-	-	27,3	-	-	1173,3	-
1979	-	545,3	-	-	285,5	-	-	34,7	-	-	29,7	-	-	1294,8	-
1980	-	602,7	-	-	310,3	-	-	36,5	-	-	31,6	-	-	1426,9	-
	COBB - DOUGLAS Omotetic cu progres tehnic $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}e^{\lambda t}$ $A, \alpha, \beta, \lambda > 0$; $\alpha + \beta = 1$			COBB - DOUGLAS Omotetic cu progres tehnic $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}e^{\lambda t}$ $A, \alpha, \beta, \lambda >$; $\alpha + \beta = 1$			COBB - DOUGLAS Omotetic fără progres tehnic $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$ $A, \alpha, \beta > 0$; $\alpha + \beta = 1$			COBB - DOUGLAS Omotetic fără progres tehnic $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$ $A, \alpha, \beta > 0$; $\alpha + \beta = 1$			COBB - DOUGLAS Omotetic cu progres tehnic $Y = AK^{\alpha}L^{\beta}e^{\lambda t}$ $A, \alpha, \beta, \lambda > 0$; $\alpha + \beta = 1$		
	$A = 3,4082$ $\alpha = 0,0513$ $\beta = 0,9486$ $\lambda = 0,0618$	$r = 0,999$ $C_d = 99,703$ $\sigma = 0,007$ $C_v = 0,435$		$A = 5,0364$ $\alpha = 0,0456$ $\beta = 0,9543$ $\lambda = 0,0405$	$r = 0,992$ $C_d = 98,435$ $\sigma = 0,011$ $C_v = 0,574$		$A = 2,5056$ $\alpha = 0,2333$ $\beta = 0,7666$	$r = 0,932$ $C_d = 86,880$ $\sigma = 0,027$ $C_v = 2,138$		$A = 0,1917$ $\alpha = 0,9011$ $\beta = 0,0988$	$r = 0,936$ $C_d = 87,663$ $\sigma = 0,044$ $C_v = 3,319$		$A = 6,5166$ $\alpha = 0,1498$ $\beta = 0,8501$ $\lambda = 0,0505$	$r = 0,998$ $C_d = 99,642$ $\sigma = 0,007$ $C_v = 0,281$	

Tabelul 4

An	Ponderea în venitul național			
	Produs net în industrie	Produs net în construcții	Produs net în transporturi	Produs net în agric. și alte ramuri
1970	56%	10,3%	6%	27,7%
1976	56%	7,2%	5,3%	31,5
1980	51%	6%	5,2%	37,8%

ceea ce caracterizează o economie dinamică, modernă, în plină dezvoltare și înnoire a producției.

f) Evoluția puternic ascendentă a produsului net în principalele ramuri ale economiei naționale are efecte pozitive asupra sistemului productivității muncii; din datele cuprinse în tabelul 5, rezultă că, față de nivelul productivității muncii înregistrat în 1970, în 1980 se va înregistra o creștere de aproape 100% pentru ramurile industrie și transporturi, precum și pentru total economie. Totodată, este necesar să se acorde o mai mare atenție activității din ramura construcții unde ritmul de creștere a productivității muncii este relativ scăzut față de ritmul de creștere al înzestrării tehnice a muncii cu fonduri fixe.

g) Se impun măsuri hotărîte pentru ridicarea gradului de folosire a fondurilor fixe existente în cadrul fiecărei ramuri, deoarece calculele efectuate relevă o evoluție nesatisfăcătoare a coeficientului de eficiență a fondurilor fixe, calculat ca raport dintre produsul net și volumul fondurilor fixe.

h) Gradul de dotare a forței de muncă cu fonduri fixe are un caracter foarte dinamic, reflectînd preocuparea permanentă a conducerii de partid și de stat pentru înzestrarea ramurilor economiei naționale cu fonduri fixe moderne, cu caracteristici la nivelul realizărilor de vîrf ale tehnicii, în deplină concordanță cu prevederile planurilor de investiții. Acumularea de fonduri fixe, ca urmare a politicii constante de creștere a economiei naționale, a atins un asemenea grad încît se impune folosirea acestor fonduri fixe cu o cît mai mare eficiență, obținîndu-se pe această bază un volum al produsului net care să ofere o bază mai largă pentru creșterea bunăstării întregii națiuni. Aceasta presupune un salt calitativ al activității productive, pe baza unei mai bune organizări și planificări a producției, pe baza întăririi ordinei și disciplinii muncii, a autoconducerii muncitorești și a formelor înaintate de cointeresare a oamenilor muncii în obținerea unor rezultate economice cît mai bune cu eforturi materiale cît mai mici.

Cadrul organizatoric larg democratic creat prin măsurile de modernizare a mecanismului economico-financiar, asigură condițiile cele mai bune pentru ridicarea activității economice pe o nouă treaptă, superioară, contribuind din plin la creșterea în ritm înalt a forțelor de producție și îmbunătățirea vieții materiale și spirituale a întregului popor.

Tabelul 5

		1970	71	72	73	74	75	76	77	78	79	1980
Coeficientul de eficiență a fondurilor fixe	industrie	0,449	0,441	0,438	0,446	0,430	0,406	0,400	0,360	0,332	0,310	0,292
	construcții	1,100	0,958	0,892	0,900	0,771	0,600	0,560	0,500	0,475	0,428	0,384
	transporturi	0,147	0,128	0,140	0,136	0,140	0,145	0,131	0,134	0,133	0,132	0,131
	total economie	0,280	0,290	0,300	0,300	0,306	0,300	0,301	0,284	0,272	0,263	0,260
Productivitatea muncii (mii lei/om)	industrie	59,545	60,854	63,683	68,410	70,000	72,412	77,000	80,257	84,271	88,000	92,077
	construcții	32,210	32,211	33,512	36,486	37,762	38,043	40,000	40,770	41,625	42,840	44,350
	transporturi	32,745	31,700	35,800	36,800	41,356	44,700	43,870	50,900	53,530	57,447	60,000
	total economie	41,500	44,653	47,089	50,086	52,946	57,460	60,529	65,676	70,256	75,112	80,253
Înzestrarea tehnică a muncii (mii lei fonduri fixe/personal scriptic)	industrie	132,6	138,0	145,4	153,3	162,8	178,4	192,2	228,8	253,3	283,6	314,5
	construcții	29,28	33,61	38,00	43,66	49,00	63,72	70,00	80,77	87,50	100,00	114,21
	transporturi	221,6	248,1	255,3	270,0	300,0	308,5	334,0	380,8	400,0	435,3	453,0
	total economie	148,2	153,5	160,0	167,7	178,8	190,9	220,0	230,8	257,8	283,7	309,0

BIBLIOGRAFIE

1. MĂNESCU MANEA: *Prognoza dezvoltării economice şi sociale a României socialiste.* Viitorul social, nr. 1, 1972.
2. MĂNESCU MANEA: *România deceniului 8.* Studii şi cercetări de calcul economic şi cibernetică economică, nr. 3, 1976.
3. SALAPA I.: *Producţia netă, indicator principal în activitatea economico-financiară.* Era socialistă, nr. 7, 1978.
4. MIHALEVSKI B.N.: *Sisteme de modele ale planificării economice pe termene mijlocii.* Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1976.
5. ALTAR M., ARSENE C., STROE R.: *Probleme privind identificarea funcţiilor de producţie macroeconomice pentru economia românească.* Litografie A.S.E., Bucureşti, 1975.
6. HIRTU C.: *Simularea modelelor de creştere economică cu parametri aleatori.* Studii şi cercetări de calcul economic şi cibernetică economică, nr. 1, 1977.

24.IV.1978

Dr. AL. MIHĂILESCU
Institutul de economie industrială

Determinarea consumului cumulat de resurse materiale primare pe unitatea de produs

Imperativul valorificării superioare a resurselor țării determină necesitatea de a se ști cît mai exact ce resurse sînt implicate direct sau indirect în obținerea diferitelor produse și care este consumul integral din aceste resurse pe unitatea de produs.

O astfel de necesitate a stat la baza preocupărilor, în cadrul Institutului de economie industrială, de a găsi modalități noi, mai riguroase, de analiză a consumurilor de resurse, bazate în special pe determinarea consumului cumulat de resurse materiale primare pe unitatea de produs.

Prin consum cumulat (integral) de resurse pe unitatea de produs înțelegem consumul de resurse realizat, atît direct, în procesul de fabricație al produsului respectiv, cît și indirect, prin intermediul altor produse realizate în procesele de fabricație care reprezintă verigi ale lanțurilor tehnologice care unesc produsul considerat, cu resursele materiale primare din care acesta provine.

Consumurile cumulate de resurse pe unitatea de produs sînt, într-o oarecare măsură, analoge coeficienților cheltuielilor totale, determinați pe baza informațiilor din balanța legăturilor dintre ramuri, care, la rîndul său, oferă elemente de analiză economică foarte utile la nivel macroeconomic.

Se știe, însă, că balanța legăturilor dintre ramuri, oricît de amplă ar fi nomenclatura ramurilor sale, cuprinde informații cu un înalt grad de agregare. Dacă la aceasta se adaugă și exprimarea valorică a indicatorilor ei, atunci avem precizate principalele ei limite și, implicit, necesitatea unor noi mijloace de investigație. În acest sens, de o mare importanță practică este utilizarea unor mijloace care să permită să se opereze cu indicatori ai consumului de resurse în expresie naturală, afectați într-o măsură mai mică de convențiile acceptate la elaborarea balanței legăturilor dintre ramuri, privind gradul de agregare și încadrarea marii diversități de produse pe ramuri, precum și de exprimarea valorică a producției.

La cele arătate, mai trebuie adăugat și faptul că analiza multilaterală a structurii industriei, menită a oferi soluții aplicabile și la nivel microeconomic, nu numai la nivelul unor sectoare economice foarte agregate, trebuie să vizeze și grupele de produse sau produsele mai importante.

Date fiind considerentele expuse mai sus, menite a explica oportunitatea investigației reflectate în această lucrare, trecem, în continuare, la prezentarea pe scurt a etapelor premergătoare aplicării procedurii propriu-zise de determinare a consumului cumulat de resurse materiale primare pe unitatea de produs. Aceste etape sînt:

a) stabilirea, după criterii judicioase (importanța în cadrul ramurii, importanța în privința participării la acoperirea nevoilor economiei naționale și la export) a unui nomenclator de produse finale și intermediare, precum și a listei principalelor resurse materiale primare, al căror consum cumulat pe unitatea de produs urmează a fi determinat;

b) stabilirea circuitelor tehnologice prin care resursele materiale primare se transformă treptat în produse finale; localizarea, pe această bază, a surselor de informații, adică a unităților economice concrete de la care urmează să se obțină informațiile necesare;

c) stabilirea necesarului de informații (problemă ce trebuie rezolvată de către organul supervizor al întregii lucrări), precum și a modului de transformare a informațiilor existente la ministere, centrale, dar mai ales la întreprinderi, în informații corespunzătoare acestei determinări (problemă rezolvabilă cel mai bine la nivelul unităților respective, în funcție de specificul lor și, implicit, de modul concret de organizare a sistemului informațional propriu);

d) stabilirea procedurii propriu-zise de determinare a consumului cumulat de resurse pe unitatea de produs.

În cele ce urmează, se prezintă procedura de calcul și o aplicație practică a determinării consumului cumulat de resurse materiale primare pe unitatea de produs.

PROCEDURA DE CALCUL

Legăturile de ordin tehnologic existente între produse și resursele materiale primare care contribuie direct sau indirect (prin intermediul altor produse) la fabricarea produselor cercetate le vom considera ca fiind arcele unui graf, ale cărui vîrfuri inițiale sînt resursele materiale primare, vîrfurile finale — produsele finale analizate, iar celelalte vîrfuri — produsele intermediare sau semifabricatele (în raport cu fluxurile tehnologice complete).

Vom avea, deci, următoarele analogii:

graf — rețea tehnologică completă, prin care resursele materiale primare se metamorfozează treptat, prin prelucrări succesive, în produse finale;

vîrf — resursă materială primară, produs intermediar sau produs final;

arc — legătura pe linie tehnologică dintre o resursă și un produs, sau dintre două produse;

valoarea unui arc — consumul specific dintr-o resursă sau un produs (în calitate de materie primă, material sau semifabricat) pentru obținerea unui alt produs;

Suma produselor succesive ale valorilor arcelor situate pe drumurile ce unesc un vîrf inițial cu un vîrf intermediar sau final va reprezenta consumul cumulat dintr-o resursă materială primară pentru o unitate de semifabricat sau de produs final.

Asociind fiecărui vîrf al grafului elementele care constituie mărimile de intrare și de ieșire ale problemei analizate, obținem trei matrice ale căror dimensiuni sînt precizate în continuare prin limitele maxime de evoluție a indicilor termenilor generali ai celor trei matrice, și anume:

$$A(I, J);\ I = 1, ..., E;\ J = P, ..., S$$
$$X(I, J);\ I = 1, ..., E;\ J = P, ..., S$$
$$V(K, J);\ K = 1, ..., N;\ J = P, ..., S$$

în care:

$A(I, J)$ reprezintă vîrful cu care se realizează a I-a legătură printr-un arc incident vîrfului J;

$X(I,J)$ — valoarea celui de-al I-lea arc incident vîrfului J;

$V(K, J)$ — suma produselor succesive ale valorilor arcelor situate pe fiecare drum ce unește vîrful K cu vîrful J, pentru toate drumurile ce unesc cele două vîrfuri;

E — numărul maxim (pentru toate vîrfurile grafului) de arce incidente unui vîrf, adică numărul maxim de materii prime, materiale și semifabricate consumate pentru un produs;

N — numărul de vîrfuri inițiale (resurse materiale primare) ale grafului;

P — codul primului vîrf cu arce incidente ce-și au originea în vîrfurile inițiale ale grafului, adică al primului produs intermediar;

S — numărul total de vîrfuri (resurse materiale primare, produse intermediare și produse finale) ale grafului.

Modul în care mărimile de intrare se transformă în mărimi de ieșire este redat de următoarea relație:

$$V(K, J) = \sum_{I=1}^{G(J)} V(K,\ A(I,\ J)) * X(I,\ J)$$

pentru $K = 1, ..., N$, $J = P, ..., S$, în care:

$G(J)$ reprezintă numărul de arce incidente vîrfului J.

Pentru vîrfurile inițiale, adică pentru $J = 1, ..., N$, mărimile de ieșire, $V(K, J)$, au valori constante, astfel:

$$V(K,\ J) = \begin{cases} 1 \text{ pentru } K = J \\ 0 \text{ pentru } K \neq J. \end{cases}$$

Etapele principale ale procedurii de determinare a valorilor mărimilor $V(K, J)$ sînt următoarele:

1) Produsele analizate se ordonează și se codifică astfel încît arcele incidente unui vîrf să provină din vîrfuri cu coduri inferioare acestuia.

2) Se determină consumul cumulat de resurse pe unitatea de produs cu ajutorul formulei de calcul prezentată mai sus, începînd calculul la vîrful corespunzător primului produs intermediar și terminîndu-l la vîrfurile aferente produselor finale.

Procedura de calcul propusă este simplă, iar detaliile ei rezultă din conținutul schemei logice de calcul prezentate în fig. 1.

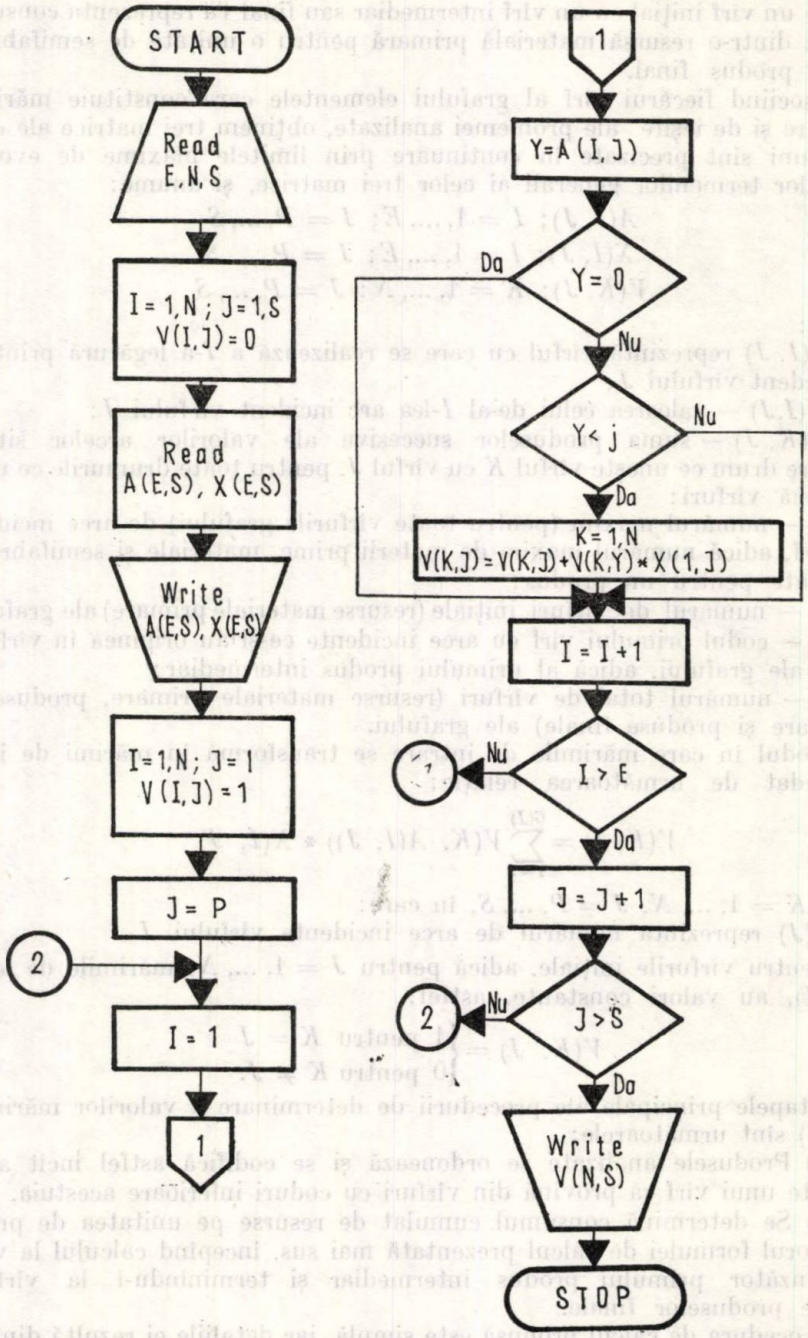


Fig. 1. Schema logică a procedurii de determinare a consumului cumulat de resurse materiale pe unitatea de produs

APLICAȚIE PRACTICĂ A PROCEDURII DE DETERMINARE A CONSUMULUI CUMULAT DE RESURSE MATERIALE PRIMARE, PE EXEMPLUL UNUI CAZAN DE ABUR.

Pentru exemplificarea procedurii de calcul descrise mai sus, vom prezenta modul de determinare a consumului cumulat de resurse la un cazan de abur considerat ca produs final în cadrul unei rețele tehnologice complete, prin care resursele materiale primare și energetice se transformă treptat și se încorporează în produsul final analizat. În acest exemplu sînt reflectate legăturile tehnologice ce condiționează obținerea produsului final.

În vederea realizării calculului propus și pentru simplificarea prezentării, au fost codificate resursele materiale primare și energetice, produsele intermediare implicate în obținerea produsului final și produsul final, astfel:

— resursele materiale primare și energetice: 01—04;
— produsele intermediare: 05—17;
— produsul final: 18

Legăturile tehnologice dintre produse, precum și consumurile specifice directe corespunzătoare lor sînt reprezentate în graful din fig. 2.

Aici vîrfurile grafului se identifică, prin codurile date, cu resursele materiale primare și energetice, cu produsele intermediare și cu produsul final (01—18). Fiecărei legături dintre două vîrfuri i s-a asociat un număr care reprezintă consumul specific aferent lor. De exemplu, legătura dintre vîrfurile cu codurile 7 și 10 reflectă utilizarea produsului 07 la obținerea produsului 10 iar valoarea înscrisă pe arc, de 1,001, reprezintă consumul din produsul 07 la o unitate din produsul 10.

Tabelul 1 conține date privind consumurile specifice de materii prime, materiale și energie necesare obținerii produselor intermediare și a produsului final (cazanul de abur). Aceasta reprezintă baza informațională necesară determinării consumurilor cumulate fizice de resurse materiale.

Tabelul 2 conține datele privind consumurile directe și cumulate de resurse materiale primare și energetice pentru produsele intermediare și produsul final, exprimate în unități fizice. În exemplul dat, cele 4 resurse menționate și numerotate de la 1 la 4 (cărbuni cocsificabili, minereu de fier, gaz metan și energie electrică) s-au considerat în mod convențional că nu ar avea intrări și, deci, ar reprezenta resurse inițiale. Din acest motiv, pentru aceste resurse, există o identitate între consumul direct și cel cumulat.

Procedura de calcul descrisă se poate aplica, într-un mod asemănător, la determinarea nivelului cumulat al componentelor valorice ale prețului de producție, pentru produsele intermediare și produsul final considerat. Astfel de determinări permit evidențierea valorii consumului de materii prime de bază încorporate într-o unitate de produs final, eliminîndu-se valoarea adăugată în fazele anterioare de fabricație, care se regăsește în nivelurile cumulate ale elementelor valorice ale prețului de producție (amortizare, retribuție, beneficiu). Se poate obține, astfel, o structură nouă a prețului de producție, sensibil diferită de structura cunoscută, punîndu-se în evidență deosebiri foarte mari între nivelul direct înregistrat și cel cumulat la o serie de articole de calculație.

În acest fel, determinarea consumului cumulat de resurse pe unitatea de produs crează condiții favorabile aprecierii mai exacte a dependenței

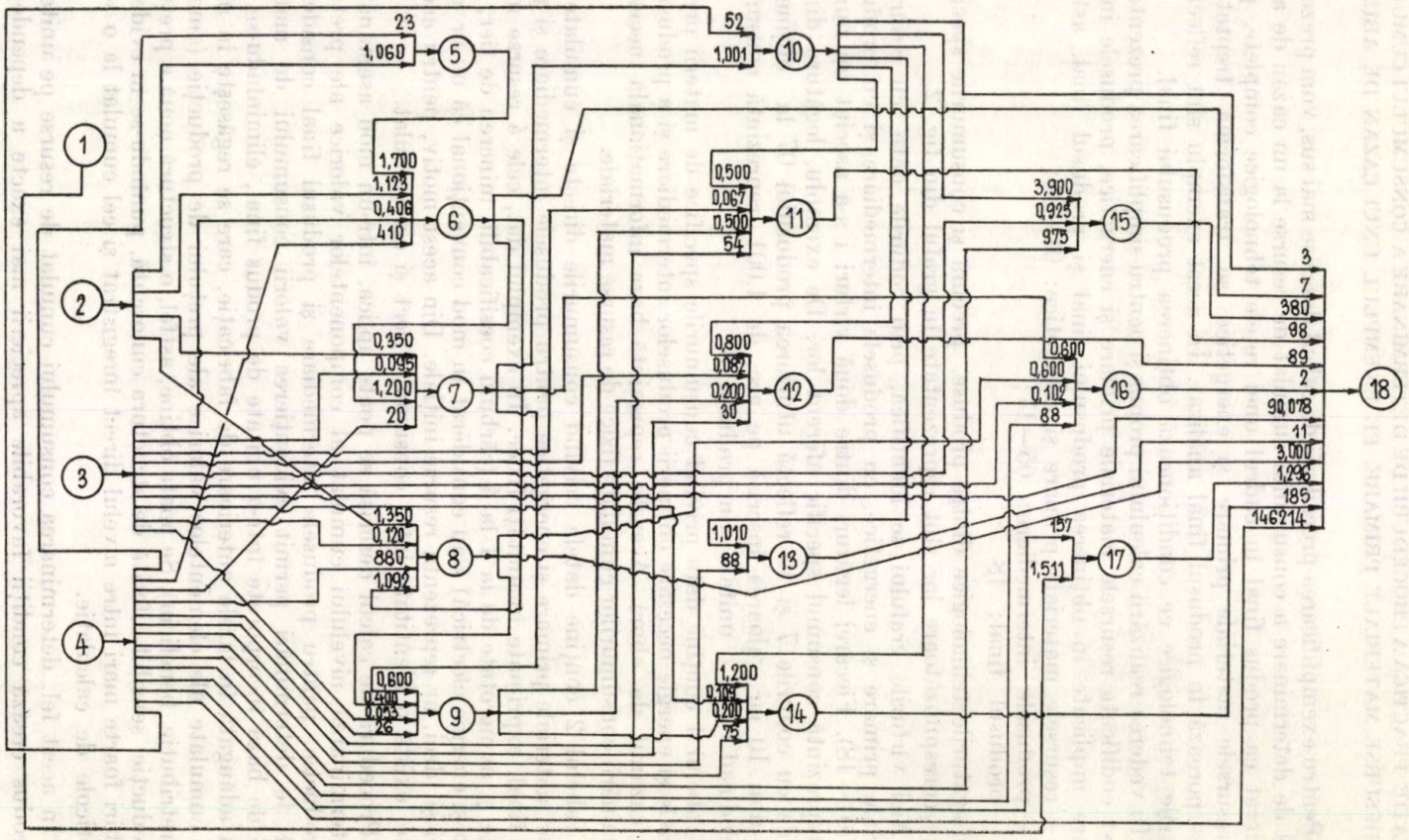


Fig. 2. Graful legăturilor tehnologice dintre resursele primare, produsele intermediare și finale și consumurile specifice aferente lor.

Tabelul 1

Consumul specific de materii prime, materiale și energie la produsele intermediare și la produsul final (CAZAN DE ABUR)

Produse consumate	UM	Produse consumatoare																		Nr. de ieșiri
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		t	t	10^3 Nmc	kWh	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	buc	
1	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,511	—	1
2	t	—	—	—	—	1,060	0,123	0,350	0,350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
3	10^3 Nmc		—	—	—	—	0,406	0,095	0,120	0,053	—	0,067	0,082	—	0,109	0,925	0,102	—	90,078	10
4	kWh	—	—	—	—	23	410	20	880	26	52	54	30	88	75	975	88	157	146.214	14
5	t	—	—	—	—	—	1,700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
6	t	—	—	—	—	—	—	1,200	1,092	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,000	3
7	t	—	—	—	—	—	—	—	—	0,600	1,001	—	—	—	—	—	0,600	—	—	3
8	t	—	—	—	—	—	—	—	—	0,400	—	—	—	—	—	—	0,600	—	3,000	3
9	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,500	0,200	—	0,200	—	—	—	—	3
10	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,500	0,800	1,010	1,200	3,900	—	—	3,000	6
11	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,000	1
12	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	89,000	1
13	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11,000	1
14	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	185,000	1
15	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	380,000	1
16	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,000	1
17	t	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,296	1
18	buc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0
Nr. de intrări		0	0	0	0	2	4	4	4	4	2	4	4	2	4	3	4	2	12	55

Tabelul 2

Consumul direct și cumulat de materii prime și resurse energetice la produsele intermediare și la produsul final (cazanul de abur)

Produse intermediare și produsul final		Materii prime și resurse energetice							
		01		02		03		04	
		consum direct	consum cumulat	consum direct	consum cumulat	consum direct	consum cumulat	consum direct	consum cumulat
	U/M	t	t	t	t	10^3 Nmc	10^3Nmc	kwh	kwh
05	t	—	—	1,060	1,060	—	—	23	23
06	t	—	—	0,123	1,925	0,406	0,406	410	449
07	t	—	—	0,350	2,660	0,095	0,582	20	559
08	t	—	—	0,350	2,452	0,120	0,563	880	1370
09	t	—	—	—	2,576	0,053	0,627	26	909
10	t	—	—	—	2,662	—	0,582	52	611
11	t	—	—	—	2,619	0,067	0,671	54	814
12	t	—	—	—	2,644	0,082	0,672	30	701
13	t	—	—	—	2,688	—	0,587	88	706
14	t	—	—	—	3,709	0,109	0,932	75	991
15	t	—	—	—	10,381	0,925	3,194	975	3360
16	t	—	—	—	3,067	0,102	0,788	88	1246
17	t	1,511	1,511	—	—	—	—	157	157
18	buc.	0	1,958	—	5187,442	90,078	1616,094	146214	1767962

diferitelor produse de resursele deficitare, permițînd evaluarea mai precisă a efortului social implicat de fabricarea produselor analizate.

În cele de mai sus s-a urmărit doar exemplificarea procedurii de calcul al consumului cumulat. Considerăm, însă, că prin aplicarea pe scară largă a procedurii de calcul descrise în această lucrare se crează posibilitatea evidențierii unei multitudini de noi aspecte și elemente de analiză economică.

BIBLIOGRAFIE

1. BURBEA, R.: *Consumul de resurse energetice și prețurile produselor.* Revista economică, nr. 39/1978.
2. IANCU, A.: *Consumul energetic — criteriu important de structurare a producției industriale.* Revista economică, nr. 8/1978.
3. IANCU, A, BURBEA, R. ș.a.: *Consumul energetic și structura producției.* Editura Academiei R.S.R., București, 1979.
4. IVANOV, N.: *O sostavlenii planovogo mejotraslevogo naturalnogo balansa.* Voprosi ekonomiki, nr. 3/1971.
5. MIHAILESCU, AL., GIUVELEA, M.: *Consumul cumulat de resurse materiale primare și energetice — criteriu de stabilire a eficienței pe produs.* Revista economică, nr. 16/1979.
6. MIROIU, R.: *Consumul energetic și rentabilitatea exportului de produse.* Revista economică, nr. 47/1978.
7. RĂDUCANU, V.: *Consumul de fază și cumulat de resurse energetice pe produs.* Revista economică, nr. 10/1978.

16.III.1979

FLORICA LUBAN
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Modele de programare a producției la o secție de electrozi de sudură

În lucrare se prezintă un model de stabilire a programului de producție semestrial precum și de defalcare a sarcinilor acestui program pe perioade scurte de timp, la o secție de electrozi de sudură.

De asemenea, sînt studiate modele generalizate de programare a producției, cu luarea în considerare a unor condiții de incertitudine ale procesului de fabricație sau a unor restricții care nu sînt liniare.

1. INTRODUCERE

O problemă de importanță deosebită în organizarea producției este programarea operativă a producției care poate fi definită ca un ansamblu de măsuri privind rezolvarea teoretică și practică a problemelor de determinare, lansare, urmărire și actualizare a programului de fabricație, pe termene scurte (zile, ore) la nivelul de întreprindere, secție, loc de muncă, luînd în considerare fluxurile tehnologice, datele privind necesarul, disponibilul de resurse și cererea de produse, a aspectelor psihologice și sociale, în vederea obținerii unei eficiențe maxime privind în general optimizarea unei funcții multicriteriu.

Una din metodele de elaborare a programului de producție pe termen scurt este aceea a optimizării succesive a unui șir de programe: programul pe termen scurt are suprapus un program pe termen mediu, care la rîndul lui este subordonat unei planificări mai cuprinzătoare atît ca timp cît și ca domeniu de activitate.

Programarea producției la o secție de electrozi prezintă un grad înalt de complexitate datorită mai ales procesului tehnologic. În cele ce urmează ne vom ocupa în special de modelul pentru elaborarea unui program de producție la nivelul unei perioade medii și anume programul de producție semestrial.

2. PROGRAMUL DE PRODUCȚIE SEMESTRIAL

Pornind de la cererile beneficiarilor, ținînd cont de capacitățile de producție, de posibilitățile de asigurare a materiilor prime și a forței de muncă, se pot construi variante de plan pe baza cărora conducerea întreprinderii să elaboreze o strategie convenabilă.

Pentru obținerea unui anumit tip de electrozi este necesară executarea unei succesiuni de operații prevăzute de tehnologie. Astfel, la construirea modelului de elaborare a programului de producție semestrial vom lua în considerare operațiile de debitare vergele, presare electrozi, uscarea electrozilor rutilici, preuscarea și calcinarea electrozilor bazici (Fig. 1 și Fig. 2).

Modelul are în vedere realizarea următoarelor obiective:

— verificarea încărcării utilajelor prin furnizarea informațiilor privind timpul disponibil al fiecărei grupe de utilaj, sau timpul suplimentar pentru o anumită grupă de utilaje în vederea realizării cererii;

— repartizarea produselor pe grupe de utilaje;

— stabilirea structurii programului cadru semestrial, luînd în considerare diverse criterii de eficiență pe baza cărora conducerea să poată alege varianta de plan.

Vom defini și vom nota variabilele modelului după cum urmează:

x_{ij} — cantitatea (tone) de vergele de tip i (adică vergele de un anumit diametru și o anumită lungime) care se realizează pe mașinile de debitare de tip j; $i \in N_1$; $j \in M_2$;

N_1 — mulțimea tuturor tipurilor de vergele;

M_1 — mulțimea tuturor tipurilor de mașini de debitat;

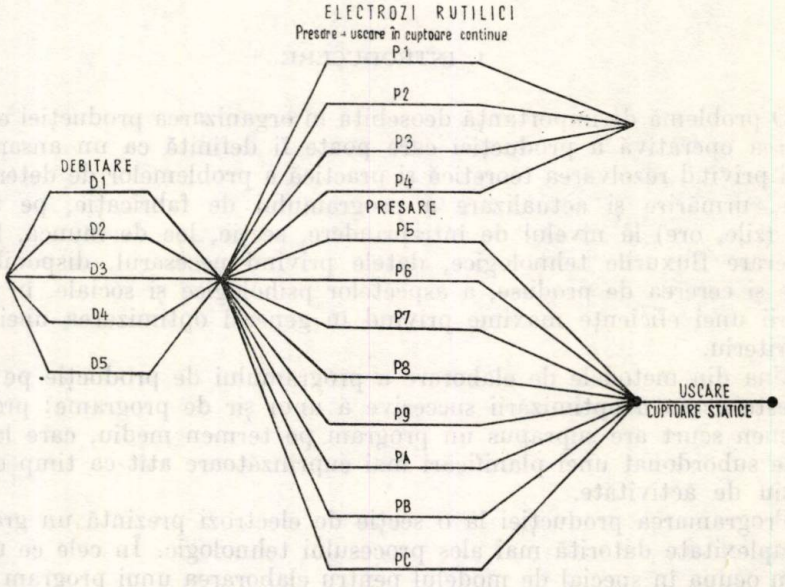


Fig. 1. Electrozi rutilici

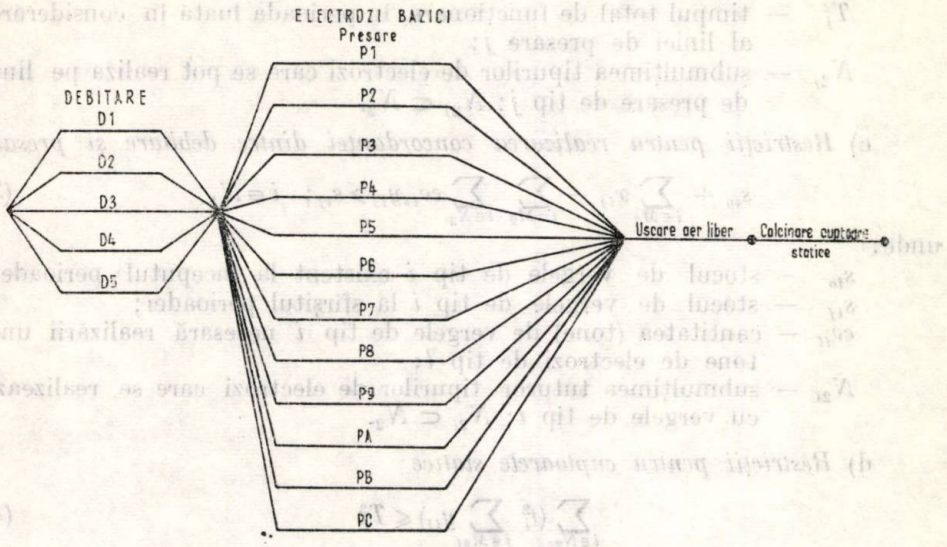


Fig. 2. Electrozi bazici

y_{ij} — cantitatea (tone) de electrozi de tip i (adică o anumită marcă de electrozi cu vergele de un anumit diametru și o anumită lungime) care se presează pe linia de presare j; $i \in N_2; j \in M_2$;

N_2 — mulțimea tuturor tipurilor de electrozi;

M_2 — mulțimea tuturor liniilor de presare.

2.1. **Restricțiile modelului** se pot grupa astfel:

a) *Restricții pentru debitare*

$$\sum_{i \in N_{1j}} t^1_{ij} x_{ij} \leqslant T^1_j; \quad j \in M_1 \tag{1}$$

unde:

t^1_{ij} — timpul necesar pentru realizarea unei tone de vergele de tip i pe mașinile de debitare de tip j;

T^1_j — timpul total de funcționare, în perioada luată în considerare, al mașinilor de debitare de tip j;

N_{1j} — submulțimea tipurilor de vergele care se pot realiza pe mașinile de debitare de tip j; $N_{1j} \subset N_1$.

b) *Restricții pentru presare*

$$\sum_{i \in N_{2j}} t^2_{ij} y_{ij} \leqslant T^2_j; \quad j \in M_2 \tag{2}$$

unde:

t^2_{ij} — timpul necesar pentru realizarea unei tone de electrozi de tip i pe linia de presare j;

T_j^2 — timpul total de funcționare, în perioada luată în considerare, al liniei de presare j;

N_{2j} — submulțimea tipurilor de electrozi care se pot realiza pe linia de presare de tip j; $N_{2j} \subset N_2$.

c) *Restricții pentru realizarea concordanței dintre debitare și presare*

$$s_{io} + \sum_{i \in M_1} x_{ij} - \sum_{j \in M_2} \sum_{l \in N_{2i}} cv_{il} y_{lj} \geqslant s_{if}; \quad i \in N_1 \tag{3}$$

unde:

s_{io} — stocul de vergele de tip i existent la începutul perioadei;

s_{if} — stocul de vergele de tip i la sfîrșitul perioadei;

cv_{il} — cantitatea (tone) de vergele de tip i necesară realizării unei tone de electrozi de tip l;

N_{2i} — submulțimea tuturor tipurilor de electrozi care se realizează cu vergele de tip i; $N_{2i} \subset N_2$.

d) *Restricții pentru cuptoarele statice*

$$\sum_{i \in N_{2c}} (t_i^3 \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij}) \leqslant T_c^3 \tag{4}$$

unde:

t_i^3 — timpul necesar pentru calcinarea (uscarea) unei tone de electrozi de tip i;

T_c^3 — timpul total de funcționare al cuptoarelor statice, în perioada luată în considerare;

N_{2c} — submulțimea tipurilor de electrozi care se calcinează (usucă) în cuptoarele statice; $N_{2c} \subset N_2$.

M_{2i} — submulțimea liniilor de presare pe care se realizează electrozi de tip i; $M_{2i} \subset M_2$.

e) *Restricții pentru uscarea în aer liber a electrozilor bazici*

$$\sum_{i \in N_{2b}} (u_i \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij}) \leqslant T_u^4 \cdot S_{dep} \tag{5}$$

unde:

u_i — suprafața de depozitare necesară unei tone de electrozi de tip i;

T_u^4 — durata întregii perioade/durata medie de uscare în aer liber a electrozilor care se calcinează;

S_{dep} — suprafața dispoznibilă de depozitare;

N_{2b} — submulțimea electrozilor bazici; $N_{2b} \subset N_2$;

M_{2i} — submulțimea liniilor de presare pe care se realizează electrozii de tip i; $M_{2i} \subset M_2$.

f) *Restricții pentru satisfacerea cererii*

$$D_{1i} \leqslant \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij} \leqslant D_{2i}, \quad i \in N_2 \tag{6}$$

unde:

D_{1i} și D_{2i} reprezintă marginea inferioară, respectiv superioară a intervalului în care se estimează că variază cererea pentru electrozi de tip i, în perioada considerată.

g) *Restricții referitoare la consumul de materii prime*

O mare parte din materiile prime folosite pentru fabricarea electrozilor sînt din import. Consumul acestora cît și al metalului nu trebuie să depășească cantitatea prevăzută pentru perioada respectivă

$$\sum_{i \in N_{2k}} (cm_{ki} \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij}) \leqslant L_k, \quad k \in K \tag{7}$$

unde:

cm_{ki} — consumul (tone) din materia primă k la o tonă de electrozi de tip i;

L_k — limita superioară pentru materia primă k;

K — mulțimea materiilor prime pentru care sînt prevăzute limite;

N_{2k} — submulțimea tipurilor de electrozi care consumă materia primă k; $N_{2k} \subset N_2$.

h) *Restricții pentru realizarea indicatorilor de plan*

— Pentru realizarea unui anumit nivel Q al producției fizice:

$$\sum_{i \in N_2} \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij} \geqslant Q; \tag{8}$$

— Pentru realizarea producției nete P:

$$\sum_{i \in N_2} p_i \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij} \geqslant P \tag{9}$$

unde:

p_i — valoarea producției nete corespunzătoare unei tone de electrozi de tip i.

2.2. Funcții scop

Modelului propus i se pot atașa funcții obiectiv clasice:

a) *Maximizarea valorii totale a producției:*

$$max\ f_1 = \sum_{i \in N_2} v_i y_i. \tag{10}$$

unde:

v_i — prețul de vînzare al unei tone de electrozi de tip i;

$y_{i.} = \sum_{j \in M_{2i}}$ — cantitatea de electrozi de tip i obținută pe toate liniile de presare care pot realiza tipul i de electrozi.

b) *Minimizarea costului total de producție*

$$min\ f_2 = \sum_{i \in N_2} c_i y_i. \tag{11}$$

unde:

c_i — costul de producție al unei tone de electrozi de tip i.

c) *Maximizarea beneficiului total*

$$max\ f_3 = \sum_{i \in N_2} (v_i - c_i) y_i. \tag{12}$$

d) Un indicator important al eficienței economice a întreprinderii este *rata beneficiului* care se definește ca raport între beneficiul total și costul total al producției.

Cu cît rata beneficiului este mai mare, cu atît gradul de rentabilitate este mai ridicat, deci și eficiența economică.

Acest indicator îl vom optimiza prin:

$$max\ f_4 = \frac{\sum_{i \in N_2} (c_i - c_i) y_{i.}}{\sum_{i \in N_2} c_i y_{i.}} \cdot \tag{13}$$

În funcție de ambianța economică în care se desfășoară activitatea secției se alege una din aceste funcții sau se pot defini și altele.

Rezolvarea modelului în cazul utilizării unei funcții obiectiv de tip (13) nu prezintă dificultăți deosebite deoarece el se poate reduce la un model liniar [9].

Variabilele $y_{i.}$ fiind mărginite inferior cu valori pozitive, funcția (13) poate fi adusă la forma

$$f(y) = \frac{b_0 + \sum_{i \in N_2} b_i y_{i.}}{c_0 + \sum_{i \in N_2} c_i y_{i.}} \cdot \tag{14}$$

Numitorul din (14) în cazul problemei noastre, va fi strict pozitiv pentru orice $y_{i.}$ în domeniul de admisibilitate, ceea ce permite schimbarea de variabilă:

$$z = \frac{1}{c_0 + \sum_{i \in N_2} c_i y_{i.}} \tag{15}$$

astfel încît (14) se scrie

$$f(y,\ z) = b_0 z + \sum_{i \in N_2} b_i y_i z. \tag{16}$$

Deoarece $z > 0$ pentru orice y_i admisibil, facem acum schimbarea de variabilă:

$$u_i = z y_{i.} \quad (i \in N_2). \tag{17}$$

Schimbarea de variabilă (17) trebuie efectuată în orice restricție care conține pe $y_{i.}$

De exemplu, orice restricție liniară de tipul:

$$\sum_{i \in N_2} a_{ji} y_{i.} = \beta_i, \quad j \in M_2 \tag{18}$$

devine, după multiplicarea cu z a fiecărui relații (18):

$$\sum_{i \in N_2} a_{ji} u_i - \beta_j z = 0, \quad j \in M_2. \tag{19}$$

Din (15) rezultă ca restricții:

$$c_0 z + \sum_{i \in N_2} c_i u_i = 1, \quad z > 0 \tag{20}$$

iar funcția obiectiv devine

$$max\ b_0 z + \sum_{i \in N_2} b_i u_i. \tag{21}$$

3. OPTIMIZAREA PROGRAMELOR DE PRODUCȚIE TRIMESTRIALE, LUNARE, DECADALE

O dată cu optimizarea programului semestrial de producție se pune și problema defalcării lui pe perioade mai mici. Această problemă constă în a alege, din programul semestrial de producție, sarcinile ce trebuie realizate într-un trimestru, într-o lună sau într-un interval mai mic de o lună, astfel încît să se poată ține seama de termenele de livrare solicitate de beneficiari și să asigure, în medie, aceleași proporții de încărcare a posturilor de lucru.

Fie θ, orizontul de planificare aferent programului de producție, care trebuie defalcat în n perioade egale.

Pentru defalcare se va folosi modelul prezentat anterior cu mici modificări.

Variabilele modelului vor fi:

$x_{ijk} \geqslant 0$ — cantitatea (tone) din produsul i care se execută pe grupa de utilaje în perioada k; $i \in N_1 \cup N_2$; $j \in M_1 \cup M_2$; $k = 1, ..., n$.

În cazul defalcării programului semestrial pe trimestre $k = 1, 2$; în cazul defalcării programului trimestrial pe luni $k = 1, 2, 3$; iar pentru defalcarea planului lunar pe decade $k = 1, 2, 3$, ș.a.m.d.

4. MODELE GENERALIZATE DE PROGRAMARE A PRODUCȚIEI, CU LUAREA ÎN CONSIDERARE A UNOR CONDIȚII DE INCERTITUDINE A PROCESULUI DE FABRICAȚIE SAU A UNOR RESTRICȚII CARE NU SÎNT LINIARE

4.1. Din experiență se cunoaște că există neconcordanță între cerere și capacitatea de producție a secției de electrozi. Ținînd cont și de faptul că nici capacitățile de producție a diferitelor grupe de utilaje pentru întregul orizont de planificare nu pot fi determinate cu exactitate, apare naturală ideea parametrizării componentelor referitoare la cerere și capacitate din vectorul termenilor liberi ai restricțiilor.

În acest scop, modelul prezentat mai sus se completează cu următoarele variabile:

τ_i — timpul suplimentar necesar grupei de utilaje de tip j, pentru realizarea programului de producție determinat de model;

$\bar{\tau}_j$ — limita superioară pentru τ_j;
q_i — cantitatea (tone) de electrozi de tip i, care nu se va realiza;
$\bar{q}_i$ — limita superioară pentru q_i.
Restricțiile (1), (2), (4) (5), (6) vor deveni:

$$\sum_{i \in N_{1j}} t^1_{ij} x_{ij} \leqslant T^1_j + \tau_j, \quad j \in M_1 \tag{22}$$

$$\sum_{i \in N_{2j}} t^2_{ij} x_{ij} \leqslant T^2_j + \tau_j, \quad j \in M_2 \tag{23}$$

$$\sum_{i \in N_{2c}} (t^3_i \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij}) \leqslant T^3_c + \tau_c \tag{24}$$

$$\sum_{i \in N_{2b}} (u_i \sum_{j \in M_{2i}} y_{ij}) \leqslant T^4_u \cdot S_{dep} + \tau_u \tag{25}$$

$$\sum_{j \in M_{i2}} y_{ji} \geqslant D_{1i} - q_i, \quad i \in N_2. \tag{26}$$

Modelul se completează , de asemenea, cu restricțiile de mărginire pentru τ_i și q_i:

$$0 \leqslant \tau_j \leqslant \bar{\tau}_j; \quad j \in G = M_1 \cup M_2 \cup \{c, u\} \tag{27}$$

$$0 \leqslant q_i \leqslant \bar{q}_i, \quad i \in N_2. \tag{28}$$

4.2. Un obiectiv important al secției este realizarea unui plan de producție în care variațiile față de cerere să fie minime și care să se realizeze cu depășiri cît mai mici ale capacităților de producție.

Pentru aceasta putem utiliza ca funcție scop:

$$min\, f_5 = \sum_{j \in G} A_j \tau_j + \sum_{i \in N_2} B_i\, q_i \tag{29}$$

unde:

A_j — cost penalizare aferent suplimentării cu o unitate de timp a timpului de funcționare al grupei de utilaje de tip j;

B_i — cost de penalizare aferent nerealizării unei tone de electrozi de tip i.

În [1] pentru coeficienții de penalizare se propun următoarele valori:

$$A_j = \frac{1}{T^{(\cdot)}_j}; \quad B_i = \frac{1}{D_{1i}} \tag{30}$$

obținînd în felul acesta ca funcție scop:

$$min\, f_6 = \sum_{j \in G} \frac{1}{T^{(\cdot)}_j} \tau_j + \sum_{i \in N_2} \frac{1}{D_{1i}} q_i \tag{31}$$

Justificarea [4] acestei funcții este aceea a unei penalizări invers proporționale cu mărimea disponibilităților vectorului resurse neparametrizat, ceea ce corespunde ideii intuitive că o resursă de valoare mare permite un interval de variație mai mare decît o resursă de valoare mai mică.

Funcție (31) așa cum am arătat în [4] poate fi considerată o primă aproximație a funcției obiectiv:

$$\min f_7 = \sum_{j \in G} \frac{\tau_j}{\alpha_j + \tau_j} + \sum_{i \in N_2} \frac{q_i}{\alpha_i + q_i}, \quad \alpha_i > 0 \tag{32}$$

pe domeniul $0 \leqslant \tau_j \leqslant T_j^{(\cdot)}, j \in G$

$$0 \leqslant q_i \leqslant D_{1i}, \quad i \in N_2$$

dacă $\alpha_i \ll T_j$ și $\alpha_i \ll D_{1i}$.

Pe de altă parte în [2] am arătat că o funcție de tip (32) pentru α_i și α_j suficient de mici minimizează cardinalul lui (τ, q), adică numărul componentelor strict pozitive ale acestui vector, cu alte cuvinte prin minimizarea lui (32) sau a aproximației sale (31) se va realiza un deziderat deosebit de important și anume acela de a realiza planul de producție cu un număr cît mai mic de nerealizări sau de modificări ale capacităților de producție.

4.3. Un alt deziderat al procesului de fabricație al electrozilor îl constituie realizarea unui program de producție cu un număr mic de schimbări al matrițelor pentru vergele și al duzelor pentru înveliș.

Așa cum am menționat mai sus, funcția de tipul:

$$\min f_8 = \lambda_1 \sum_{i \in N_1} \sum_{j \in M_{1i}} \frac{x_{ij}}{\alpha_{ij} + x_{ij}} + \lambda_2 \sum_{j \in N_2} \sum_{j \in M_{2i}} \frac{y_{ij}}{\alpha_{ij} + y_{ij}}, \quad \alpha_{ij} > 0, \tag{33}$$

pentru α_{ij} suficient de mic, minimizează $|(x, y)^T|^+$, adică numărul componentelor x_{ij}, y_{ij} strict pozitive. Rezultă de aici că (33) poate fi utilizată la realizarea unui proces de producție cît mai puțin dispersat și prin aceasta la realizarea unui număr cît mai mic de schimbări. Factorii λ_1 și λ_2 se aleg în raport cu importanța unei schimbări în procesul de realizare a vergelelor sau în procesul de realizare a electrozilor.

Funcțiile (32) și (33) se pot combina în funcția multiobiectiv:

$$\min f_9 = \lambda_1 \sum_{i \in N_1} \sum_{j \in M_{1i}} \frac{x_{ij}}{\alpha_{ij} + x_{ij}} + \lambda_2 \sum_{i \in N_2} \sum_{j \in M_{2i}} \frac{y_{ij}}{\alpha_{ij} + y_{ij}} +$$

$$+ \lambda_3 \sum_{j \in G} \frac{\tau_j}{\alpha_j + \tau_j} + \lambda_4 \sum_{i \in N_2} \frac{q_i}{\alpha_i + q_i}. \tag{34}$$

Funcțiile (32), (33) și (34) sînt concave.

Deoarece ele sînt separabile, pentru optimizare se poate utiliza algoritmul Falk-Soland [6]. Chiar și în acest caz, mai ales pentru probleme cu număr mare de variabilitate, obținerea rezultatului poate prezenta dificultăți serioase.

Ca urmare putem să ne rezumăm la prima aproximație a algoritmului Falk-Soland minimizînd anvelopa convexă a lui (34) pentru:

$$0 \leqslant x_{ij} \leqslant C_{ij}^1, \quad \alpha_{ij} \ll C_{ij}^1, \quad i \in N_1, \quad j \in M_1$$

$$0 \leqslant y_{ij} \leqslant C_{ij}^2, \quad \alpha_{ij} \ll C_{ij}^2, \quad i \in N_2, \quad j \in M_2 \tag{35}$$

$$0 \leqslant \tau_j \leqslant T_j^{(\cdot)}, \quad j \in G$$

$$0 \leqslant q_i \leqslant D_{1i}, \quad i \in N_2$$

C_{ij}^1, C_{ij}^2 — cantitatea de produse (vergele respectiv electrozi) de tip i care se pot realiza pe grupa de utilaje de tip j, în perioada luată în considerare.

În acest caz funcția obiectiv devine liniară:

$$minf_{10} = \lambda_1 \sum_{i \in N_1} \sum_{j \in M_{1i}} \frac{1}{C_{ij}^1} x_{ij} + \lambda_2 \sum_{i \in N_2} \sum_{j \in M_{2i}} \frac{1}{C_{ij}^2} y_{ij} +$$

$$+ \lambda_3 \sum_{j \in G} \frac{1}{T_j^{(\cdot)}} \tau_j + \lambda_4 \sum_{i \in N_2} \frac{1}{D_{1i}} q_i. \tag{36}$$

În [3] s-au prezentat modele bazate pe optimizarea unor funcții de tip (34) pentru minimizarea costului de producție și lansare, pentru realizarea unei continuități a unui anumit produs pe o anumită grupă de mașini, respectiv pentru penalizarea realizării lui pe acea grupă de mașini, pentru încărcarea eficientă a mașinilor etc.

Un model general de producție cu funcții separabile neconvexe este prezentat în [5]. Prin urmare, elaborarea unor proceduri eficiente pentru optimizarea modelelor de acest tip este o problemă actuală și cu implicații practice imediate.

BIBLIOGRAFIE

1. CIOBANU GH., STOICA M.: *Production Scheduling in Fuzzy Conditions.* LCCE Preprint Co-13-1979, A.S.E., București, 1979.
2. DUMITRU V., LUBAN FL.: *Modele de programare cu variabile reale pentru probleme discrete sau mixte.* L.C.C.E. Preprint CO-3R-1979, A.S.E., București, 1979.
3. LUBAN FL. DUMITRU V.,: *On the Job Shop Scheduling by Mathematical Programming.* Economic Computation and Economic Cybernetics, No. 4,1979.
4. DUMITRU V., LUBAN FL.: *Funcții de apartenență și unele modele de programare matematică cu aplicații în programarea producției.* L.C.C.E. Preprint CO-15-1979, A.S.E., București, 1979.
5. DUMITRU V., LUBAN FL.: *Mathematical Programming Real Variable Models for Integer and Mixed — Integer Problems and some Applications to Production Scheduling.* Paper delivered to the Sixth Conference on Probability Theory, September 10—15/1979, Brașov
6. FALK, J.E., SOLAND R.M.: *An Algorithm for Separable Non-Convex Programming Problems.* Management Science 15 (1969), pp. 550—569.
7. SOYSTER A. L.: *Inexact Linear Programming with Generalized Resource Sets.* Forthcoming in European Journal of Operation Research.
8. TANAHASKI K., LUENBERGER D.: *Cardinality — Constrained Linear Programming.* Stanford University, 1971.
9. WAGNER H.M.: *Principles of Operations Research.* Second Edition, Prentice-Hall, New Jersey, 1975.

10.III.1979

GH. CENUȘĂ
Catedra de matematică — A.S.E.

Șiruri de variabile aleatoare vectoriale, aproape ρ — periodice

În lucrare se utilizează noțiunea de funcție aleatoare vectorială ρ — aproape periodică. Studiul șirurilor de variabile aleatoare ρ — aproape periodice este legat de funcțiile vectoriale ρ — aproape periodice în sens H. Bohr. Se arată de fapt, că orice funcție aleatoare vectorială ρ — normală generează un astfel de șir și că oricărui șir de variabile aleatoare vectoriale ρ — aproape periodic îi corespunde o funcție vectorială ρ — aproape periodică în sens H. Bohr, care îl generează.

În cadrul funcțiilor aproape periodice în sens clasic, apare noțiunea de șir de numere aproape periodic. În lucrările [1], [2] s-au studiat proprietăți ale funcțiilor aleatoare aproape periodice în probabilitate, precum și cazul șirurilor de variabile aleatoare aproape periodice în probabilitate. În lucrarea de față se dă o generalizare a noțiunii de șir de variabile aleatoare aproape periodic în probabilitate în cazul vectorial.

Fie $\{\Omega, K, P\}$ un cîmp de probabilitate, C^n spațiul vectorial complex, X mulțimea vectorilor aleatori, adică mulțimea variabilelor aleatoare $x: \Omega \to C^n$. Norma de spațiu vectorial complex C^n este dată de

$$\|a\| = \sqrt{<a, a>} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} |a_k|^2}$$

unde $a \in C^n$. Două elemente x, $y \in X$ vor fi echivalente, dacă:

$$P(\{\omega: x(\omega) \neq y(\omega)\}) = 0.$$

Pentru fiecare $x \in X$ asociem clasa de echivalență corespunzătoare, $\bar{x}$. Mulțimea claselor de echivalență o notăm prin $\overline{X}$. Prin analogie cu [5] și [6] definim aplicația

$$\bar{x} \to \| \bar{x} \|_P = \inf_{\alpha > 0} \{\alpha + P(\{\omega : \| x(\omega) \| > \alpha\})\}.$$

Este clar că $\| \bar{x} \|_P$ nu depinde de reprezentantul ales. Pentru fiecare $x \in X$ vom lua $\| x \|_P = \| \bar{x} \|_P$. În [6] se arată că aplicația $\bar{x} \to \| \bar{x} \|_P$ are proprietățile:

1) $\| - \bar{x} \|_P = \| \bar{x} \|_P$;

2) $\| \bar{x} + \bar{y} \|_P \leqslant \| \bar{x} \|_P + \| \bar{y} \|_P$;

3) $\| \bar{x} \|_P = 0$ dacă și numai dacă $\bar{x} = 0$;

4) dacă $P(\{\omega : \| x(\omega) \| > \eta\}) < \frac{1}{2} \varepsilon$ pentru $0 < \eta \leqslant \frac{1}{2} \varepsilon$ atunci $\| \bar{x} \|_P < \varepsilon$;

5) Dacă $\| \bar{x} \|_P < \varepsilon$ atunci $P(\{\omega : \| x(\omega) \| > \varepsilon\}) < \varepsilon$.

Să punem $\rho(\bar{x}, \bar{y}) = \| \bar{x} - \bar{y} \|_P$. Din cele de mai sus, rezultă că ρ este o metrică pe $\overline{X}$.

În [4] se arată că spațiul $\overline{X}$ înzestrat cu metrica ρ este spațiu vectorial topologic, complet.

Dacă vom defini: $\rho(x, y) = \| x - y \|_P$ atunci ρ va fi o semimetrică pe X. În [2] s-a introdus noțiunea de șir de variabile aleatoare aproape periodic în probabilitate. În lucrarea de față încercăm să extindem această noțiune pentru cazul vectorial.

Definiția 1. Șirul de variabile aleatoare $(X_n)_{n \in Z}$ este aproape periodic dacă pentru orice $\varepsilon > 0$ există un număr natural $N(\varepsilon)$ astfel încît în orice mulțime de $N(\varepsilon)$ întregi consecutivi există un întreg p cu proprietatea:

$$\rho(X_{n+p}, X_n) < \varepsilon$$

oricare ar fi $n \in Z$.

Propoziția 1. Condiția necesară și suficientă ca șirul de variabile aleatoare $(X_n)_{n \in Z}$, $X_n \in X$ să fie ρ - aproape periodic este ca din orice șir de forma $(X_{n+m_k})_{k \in N,\ m_k \in Z}$ să se poată extrage un subșir ρ - convergent, uniform în raport cu n.

Demonstrație. Fie $(m_k)_{k \in N}$ un șir de numere întregi, $\varepsilon > 0$. Presupunem că șirul de variabile aleatoare, $(X_n)_{n \in Z}$ este ρ ε aproape periodic. Există atunci $N(\varepsilon)$ cu proprietatea că în orice mulțime de $N(\varepsilon)$ întregi consecutivi există un întreg p astfel încît: $\rho(X_{n+p}, X_n) < \varepsilon$ pentru orice $n \in Z$. Să luăm intervalul $(m_k - N(\varepsilon), m_k]$ și $p_k \in (m_k - N(\varepsilon), m_k]$ astfel încît, $\rho(X_{n+p_k}, X_n) < \varepsilon$, oricare ar fi $n \in Z$.

Fie $q_k = m_k - p_k$. Evident, q_k sînt constanți pentru o infinitate de valori ale lui k. Dar,

$$\rho(x_{n+m_k}, x_{n+q_k}) = \rho(x_{n+m_k-p_k+p_k}, x_{n+m_k-p_k}) < \varepsilon.$$

Notăm prin $(m_{1k})_{k\in N}$ subșirul corespunzător valorilor constante pentru q_k, valoare notată prin $q = q(\varepsilon)$. Atunci, vom avea:

$$\rho(x_{n+m_{1k}},\ x_{n+q}) < \varepsilon$$

oricare ar fi $n \in Z$ și $k \in N$. Să luăm șirul $(\varepsilon_k)_{k\in N}$, $\varepsilon_k \searrow 0$. Pentru ε_1 vom găsi $q_1(\varepsilon_1)$ și subșirul $(m_{1k})_{k\in N}$ astfel încît: $\rho(x_{n+m_{1k}},\ x_{n+q_1}) < \varepsilon_1$ oricare ar fi $n \in Z$ și $k \in N$. Pentru $\varepsilon_2 > 0$ găsim $q_2(\varepsilon_2)$ și subșirul $(m_{2k})_{k\in N} \subset (m_{1k})_{k\in N}$ astfel încît $\rho(x_{n+m_{2k}},\ x_{n+q2}) < \varepsilon_2$. Procedînd în acest mod să luăm subșirul diagonal $(x_{n+m_{rr}})_{r\in N}$. Fie $k\ (\varepsilon)$ astfel încît $2\varepsilon_k < \varepsilon$ dacă $k \geqslant k(\varepsilon)$. Atunci pentru $k = k(\varepsilon)$ fixat, vom avea:

$\rho(x_{n+m_{rr}},\ x_{n+m_{ss}}) \leqslant \rho(x_{n+m_{rr}},\ x_{n+q\,(\varepsilon_k)}) + \rho(x_{n+m_{ss}},\ x_{n+q(\varepsilon_k)}) < \varepsilon_k + \varepsilon_k < \varepsilon$ dacă $r,\ s \geqslant k(\varepsilon)$ oricare ar fi $n \in Z$. Rezultă că subșirul $(x_{n+m_{rr}})_{r\in N}$ este ρ-convergent.

Reciproc. Presupunem că șirul de variabile aleatoare $(x_n)_{n\in Z}$, $x_n \in X$ are proprietatea că din orice șir $(x_{n+m_k})_{k\in N}$ se poate extrage un subșir ρ-convergent, uniform în raport cu n. Vom dovedi că șirul $(x_n)_{n\in Z}$ este ρ-aproape periodic. Prin absurd, presupunem că nu este ρ-aproape periodic. Există atunci $\varepsilon_0 > 0$ astfel încît pentru orice $N(\varepsilon_0)$ există o mulțime de $N(\varepsilon_0)$ întregi consecutivi cu proprietatea că pentru orice întreg q din această mulțime, există $n_q \in Z$, astfel încît: $\rho(x_{n_q+q},\ x_{nq}) > \varepsilon_0$. Vom lua $N_1\ (\varepsilon_0) = 1$. Vom găsi q_1 și n_1 astfel încît $\rho(x_{n_1+q_1},\ x_{n1}) \geqslant 0$. Pentru $N_2(\varepsilon_0) = 2$ găsim $q_2 \neq q_1$ și $n_2 \in Z$ astfel încît, $\rho(x_{n_2+q_2},\ x_{n2}) \leqslant \varepsilon_0$ etc.

Deci, pentru orice $k \in N$ există $q_k \in Z$ și $n_k \in Z$ cu proprietatea că $\rho(x_{n_k+q_k},\ x_{n_k}) \geqslant \varepsilon_0$. Rezultă că din șirul $(x_{n+q_k})_{k\in N}$ nu se poate extrage nici un subșir ρ-convergent. Deci, $(x_n)_{n\in Z}$ este un șir ρ-aproape periodic.

Observație. În [3] s-a introdus noțiunea de funcție aleatoare ρ-normală. Rezultă că dacă funcția aleatoare $f(t, \omega)$ este ρ-normală, atunci șirul $f(m_n, \omega)_{n\in Z}$ este ρ-aproape periodic. Tot în [3] s-au studiat funcțiile aleatoare ρ-aproape periodice în sens H. Bohr. Vom da o legătură între funcțiile aleatoare vectorale ρ-aproape periodice în sens H. Bohr și șirurile de variabile aleatoare vectorale ρ-aproape periodice.

Propoziția 2. Dacă șirul de variabile aleatoare $(x_n)_{n\in Z}$, $x_n \in X$ este ρ-aproape periodic, atunci există o funcție aleatoare $f(t,\ \omega)$ ρ-aproape periodică în sens H. Bohr astfel încît $x_n(\omega) = f(n,\ \omega)$, $n \in Z$.

Demonstrație. Fie $n \in Z$ și $n \leqslant t < n + 1$. Definim:

$$f(t,\ \omega) = x_n(\omega) + (t - n)\ (x_{n+1}(\omega) - x_n(\omega)).$$

Vom arăta că funcția aleatoare $f(t,\ \omega)$ este ρ-aproape periodică în sens H. Bohr. Fie $\varepsilon > 0$. Există $N(\varepsilon)$ cu proprietatea că orice mulțime de $N(\varepsilon)$ întregi consecutiv conține un întreg p astfel încît:

$$\rho(x_{n+p},\ x_n) < \varepsilon/3.$$

Cum: $n + p \leqslant t + p < n + p + 1$ și $0 \leqslant t - n < 1$, rezultă:

$$f(t + p,\ \omega) - f(t,\ \omega) = x_{n+p}(\omega) + (t - n)\ (x_{n+p+1}(\omega) - x_{n+p}(\omega)) -$$

$$- x_n(\omega) - (t-n)\,(x_{n+1}(\omega) - x_n(\omega)) = x_{n+p}(\omega) - x_n(\omega) +$$
$$+ (t-n)\,[(x_{n+p+1}(\omega) - x_{n+1}(\omega)) - (x_{n+p}(\omega)) - x_n(\omega))].$$

Atunci:

$$\rho(f(t+p,\ \omega),\ f(t,\ \omega) \leqslant \rho(x_{n+p},\ x_n) + \|(t-n)\,(x_{n+p+1} - x_{n+1}\|_P +$$
$$+ \|(t-n)\,(x_{n+p} - x_n\|_P \leqslant \rho(x_{n+p},\ x_n) < \varepsilon$$

oricare ar fi $t \in R$.

Rezultă că p este o $(\rho,\ \varepsilon)$-aproape perioadă iar $l(\varepsilon) = N(\varepsilon)$. Mai trebuie să demonstrăm că funcţia aleatoare $f(t,\ \omega)$ este ρ-continuă. Fie $t_0 \in R$ şi $n \in Z$ astfel încît $n \leqslant t_0 < n+1$. Dacă $n < t_0 < n+1$ şi $n < t' < n+1$ avem:

$$f(t',\ \omega) - f(t_0,\ \omega) = (t' - t_0)\,(x_{n+1}(\omega) - x_n(\omega)).$$

Deci

$$\rho(f(t',\ \omega),\ f(t_0,\ \omega)) = \|(t' - t_0)\,(x_{n+1} - x_n\|_P.$$

Dar din [4] se ştie că aplicaţia $\alpha \to \alpha_n$ este ρ-continuă, deci rezultă că pentru $\varepsilon > 0$ există $\delta(\varepsilon) > 0$ astfel încît

$$\|(t' - t_0)\,(x_{n+1} - x_n)\|_P < \varepsilon, \text{ dacă } |t' - t_0| < \delta(\varepsilon).$$

Să analizăm cazul $t_0 = n$. Fie $t < t_0$, $n-1 < t < n$. Atunci:

$$f(t,\ \omega) - f(t_0,\ \omega) = x_{n-1}(\omega) + (t-n+1)\,(x_n(\omega) - x_{n-1}(\omega)) - x_n(\omega)$$
$$\rho(f(t,\ \omega),\ f(t_0,\ \omega)) = \|(t-t_0)\,(x_n - x_{n-1})\|_P.$$

Pentru $\varepsilon > 0$ există $\delta(\varepsilon) > 0$ astfel încît dată $|t - t_0| < \delta(\varepsilon)$ să avem $\rho(f(t,\ \omega),\ f(t_0,\ \omega)) < \varepsilon$. Analog se dovedeşte dacă $t > t_0$; $n < t < n+1$. Rezultă că funcţia aleatoare $f(t,\ \omega)$, vectorială este ρ-continuă. Deci,

$$f(t,\ \omega) = x_n(\omega) + (t-n)\,(x_{n+1}(\omega) - x_n(\omega)$$

este ρ-aproape periodică în sens H. Bohr.

BIBLIOGRAFIE

1. CENUŞĂ GH., SĂCUIU I.: *On some stochastic approximations foe rondom functions.* Rediconti de matematica, vol. 1979.
2. CENUŞĂ GH., SĂCUIU I.: *Şiruri de variabile aleatoare aproape periodice în probabilitate.* Studii şi cercetări de calcul economic şi cibernetică economică, nr. 2, 1979.
3. CENUŞĂ GH.: *Funcţii aleatoare vectoriale ρ — aproape periodice.* Buletinul Societăţii de matematică R.S.R. (sub tipar).
4. CORDUNEANU C.: *Funcţii aproape periodice.* Editura Academiei R.P.R., 1961.
5. DUNFORD N., SCHWARTZ I.: *Linear operators.* Vol. I, 1958.
6. MOROZAN T.: *Stabilitatea sistemelor cu parametrii aleatori.* Editura Academiei R.S.R., 1969.
7. ONICESCU O., ISTRATESCU V.: *Aproximation theorems for random functions.* Rediconta di matematica, 8, seria VI, pag. 65—81, 1975.

16.II.1978

D. DRAFTA
Institutul Central pentru
Conducere și Informatică

Metodă de rezolvare în programarea liniară cu mai multe criterii

În lucrare se prezintă o metodă și un algoritm MULTIFOB în două faze pentru calculul celei mai bune strategii de urmat în cazul rezolvării unei probleme de programare liniară cu mai multe funcții obiectiv (criterii). Se determină o soluție care ține seama de fiecare criteriu în mod echilibrat.

Complexitatea fenomenelor social-economice, cunoașterea multiplelor și variatelor aspecte de manifestare ale acestora presupune folosirea unor metode și tehnici de abordare specifice diferitelor discipline sau ramuri științifice. Existența obiectivă în societate a unor fenomene de masă cu un grad mare de variabilitate a formelor individuale de manifestare și ale căror legități nu pot fi cunoscute decît la nivelul întregului ansamblu prin metode de modelare matematică, bazate pe analize și abstractizări succesive, au impus modelarea ca o disciplină științifică în cadrul științelor economice și sociale. Dat fiind rolul ei în cunoașterea fenomenelor și proceselor ce formează realitățile economice și sociale, modelarea este un instrument, un mijloc indispensabil pentru conducerea construcției economice a întregii activități social-politice.

Deși există multe metode de modelare, metodele de rezolvare a acestora sînt puțin cunoscute sau ineficiente. De aceea, în prezent, deoarece în metoda de modelare bazată pe programarea liniară există numeroase realizări tehnice sub formă de pachete de programe, unele perfecționate, există interesul de a folosi bunele posibilități oferite de aceste realizări pentru rezolvarea unor probleme mai complicate. În acest sens, considerarea modelelor de programare liniară la care se introduc mai multe funcții obiectiv reprezintă o cale nouă, de mare actualitate, în modelare.

Pentru a explica necesitatea considerării mai multor obiective în rezolvarea optimă a problemelor complexe vom da pe scurt două exemple:

Primul exemplu se referă la activitatea economică unde rezultatele se măsoară prin mai mulți indicatori, deci este normal ca în activitatea de planificare, în prognoze, să se urmărească mai multe obiective. Obiectivele cele mai întîlnite sînt: producție netă maximă, producție fizică maximă, cheltuieli minime la mia de lei producție, beneficii maxime, productivitate maximă, consum minim de energie și combustibili pe unitate fizică de produs, utilizarea maximă a capacităților de producție etc.

Al doilea exemplu este luat din activitatea de conducere a științei și tehnologiei în care se pune problema alocării raționale a fondurilor bănești între cele 27 ramuri ale acestei activități, iar în cadrul unei ramuri, defalcarea între fondurile afectate personalului și cele pentru dotarea materială cu tehnică de cercetare.

Criteriile alocării fondurilor ar fi: eficiență maximă, risc minim și prioritatea care este dirijată prin anumiți coeficienți în raport cu preferințele din programele prioritare de dezvoltare economico-socială.

Din aceste două exemple rezultă concluziile:

— este normal ca în orice activitate umană să existe mai multe criterii de optimizare, deci aplicabilitatea problemei multicriteriale este universală;

— a considera un singur criteriu de optimizare înseamnă a denatura problema, deoarece se pot încălca grav alte obiective;

— necesitatea elaborării unui pachet de programe specializat pentru rezolvarea acestui tip de problemă;

— fiecare funcție obiectiv nouă adăugată reprezintă o perfecționare a unui model, o apropiere a acestuia de realitate.

Metoda de rezolvare are două faze:

1. Se rezolvă succesiv p probleme de programare liniară, corespunzătoare fiecărui criteriu de optimizare luat singular și anume:

$$\min_{(max)} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_j, \; Ax_j = b, \; x \geqslant 0, \; (1 \leqslant i < p). \tag{1}$$

Considerăm cazul cînd soluțiile nu coincid, ceea ce este real, datorită criteriilor care sînt contradictorii: unele cer minimizare, altele maximizare. În urma rezolvării se obține cîte o soluție optimă și valoarea funcției obiectiv, pentru fiecare criteriu:

$$x^i; \; f^\circ = f_i(x^i) \text{ pentru } 1 \leqslant i \leqslant p. \tag{2}$$

2. Faza a doua este determinarea unui punct (decizie, soluție) din

$$P \quad (P = \{x \in R^n / Ax = b, \; x \geqslant 0\}) \tag{3}$$

cu proprietatea ca distanța de la marginea sa prin f, la f°, să fie minimă. Se determină astfel o soluție care face o derogare ponderată minimă a soluției după fiecare criteriu $f_i(x)$ față de optimul ideal f°, satisfăcînd în aceeași măsură toate criteriile.

Pentru a obține acest punct (decizie, soluție), pentru fiecare $x \in P$ se definește o funcție

$$F(x) = max \frac{1}{G_i} (f_i(x) - f_i^\circ) \tag{4}$$

unde G_i este ponderea criteriului i, dată de relația:

$$G_i = \left(\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^2 \right)^{1/2}, \quad 1 \leqslant i \leqslant p. \tag{5}$$

Pentru a atinge scopul propus se consideră problema:

$$min\ F(x),\ Ax = b,\ x \geqslant 0.$$

Această problemă este mai greu de rezolvat fiind neliniară și, în acest caz, se ia următoarea problemă de programare liniară echivalentă:

$$\begin{cases} min\ x_{n+1} \\ f_i(x) - G_i x_{n+1} \leqslant f_i^0, \quad 1 \leqslant i \leqslant p \\ Ax = b \\ x \geqslant 0,\ x_{n+1} \geqslant 0 \end{cases} \tag{6}$$

unde x_{n+1} este distanța de punctul ideal f°, care trebuie minimizată.

ALEGEREA PACHETULUI DE PROGRAMARE LINIARĂ

Pentru ca produsul informatic elaborat să fie de înaltă performanță, în ceea ce privește timpul de calcul și mărimea problemei rezolvate, după cum am arătat și la început, se alege ca punct de plecare, folosirea pachetului de programare liniară (OPALINE, PROGEN) consacrat pe plan mondial pentru performanțele sale ridicate și îndelung verificate pe parcursul a zeci de ani. Se consideră deci, că algoritmul de rezolvare va fi de înaltă performanță datorită acestei alegeri.

Datele de intrare și de ieșire vor avea structura datelor pachetului de programare liniară ales ca bază de plecare (OPALINE, PROGEN). Datorită necesităților metodei de rezolvare descrise, care prevede apelarea repetată a acestui pachet în faza întîia, ca și exploatarea rezultatelor acestei faze în generarea fazei a doua, s-a ales varianta PROGENCD, UN: 2 pentru rezolvarea problemelor de programare liniară. Schema de lucru a acestei variante este dată în figura 1.

Se remarcă, că toate fișierele sînt organizate pe disc magnetic ceea ce permite o viteză sporită de prelucrare. Fișierul cu datele de intrare este secvențial continuu și are idexul R, cu formatul imagine cartelă și structura conformă datelor de intrare în acest pachet. Fișierul de ieșire este nedefinit, idexul M are:

— i_1 înregistrări cu informații relative la variabilele structurale (cîte o înregistrare pentru fiecare variabilă), lungimea 30 octeți; se notează numărul variabilelor cu NV;

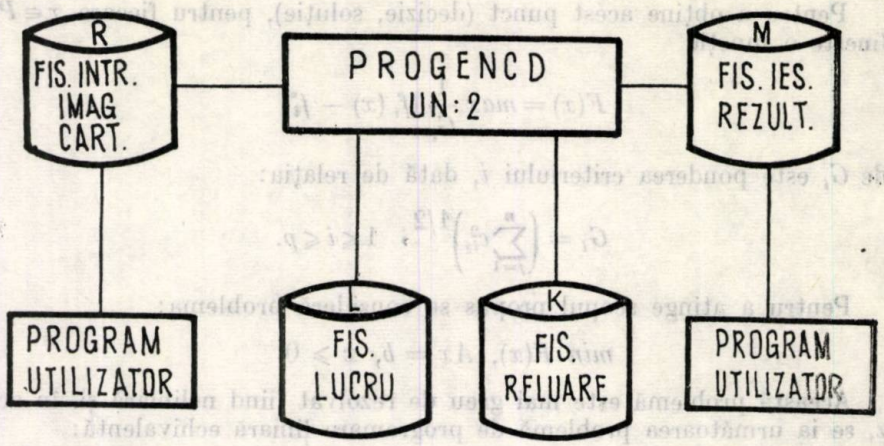


Fig. 1

— i_2 înregistrări cu informații relative la restricții (cîte o înregistrare pentru fiecare restricție), lungimea 26 octeți; se notează numărul restricțiilor cu *IRES*;

— o înregistrare cu valoarea funcției obiectiv, lungimea 24 octeți.

În afară de aceste două fișiere, mai sînt încă două: unul de lucru, idex *L* și unul de reluare, idex *K*. Acesta din urmă este foarte util în faza întîia, pentru că păstrează ultima soluție de bază din optimizarea precedentă, nefiind necesară citirea datelor și nici determinarea unei soluții de bază realizabile. Prin această posibilitate este scurtat mult timpul de rezolvare, necesar fazei întîia.

ALGORITMUL DE REZOLVARE MULTIFOB

Pe baza metodei de rezolvare descrise, această lucrare dă un algoritm de rezolvare pentru obținerea unei soluții globale în cazul unui model de programare liniară cu mai multe funcții obiectiv. Pașii algoritmului de rezolvare vor fi descriși urmărind schema sistem din figura 2 și făcînd legătura cu metoda de rezolvare.

Toate fișierele folosite în pachetul MULTIFOB sînt de lucru și organizate pe disc magnetic, pentru uniformizare cu schema de lucru a pachetului PROGENCD, care are toate fișierele organizate pe disc magnetic.

În prima fază, după cum s-a arătat se rezolvă problema (1) obținîndu-se rezultatele (2). Pentru a reuși obținerea rezultatelor au fost prevăzute prelucrările din următoarele trei programe: DATEPOND, DATEREL și SALVFOB. Se menționează că aceste trei programe fac și o pregătire a etapei a doua prin cîteva prelucrări și calcule ce se vor arăta mai jos.

Programul DATEPOND, după cum îi spune și numele, are două obiective de bază:

1. trecerea datelor de intrare de pe cartele în fișierul imagine cartelă, idex *R*, de intrare în pachetul PROGENCD;

2. calculul ponderilor criteriilor după formula (4) și trecerea lor în fișierul secvențial, idex *S*. Aceste ponderi sînt necesare pentru generarea

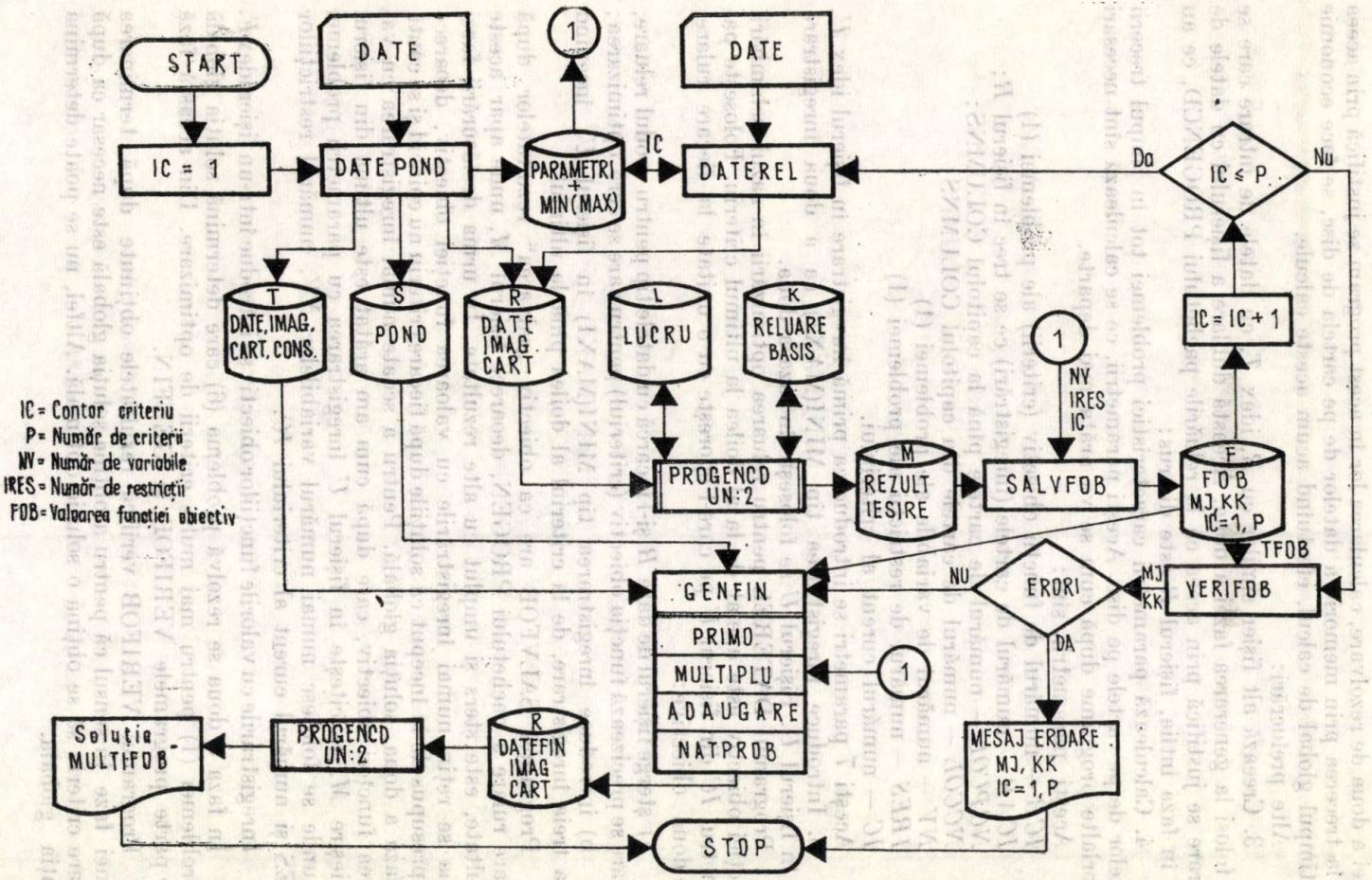

START
DATE
1
DATE
IC = 1
DATE POND
PARAMETRI + MIN(MAX)
IC
DATEREL
Da
IC ≤ P
Nu
T
DATE, IMAG. CART. CONS.
S
POND
R
DATE IMAG. CART
L
LUCRU
K
RELUARE BASIS
IC = IC + 1
1
NV
IRES
IC
IC = Contor criteriu
P = Număr de criterii
NV = Număr de variabile
IRES = Număr de restricții
FOB = Valoarea funcției obiectiv
PROGENCD UN:2
M
REZULT IESIRE
SALVFOB
F
FOB MJ, KK IC=1, P
TFOB
GENFIN
NU
ERORI
MJ
KK
VERIFOB
PRIMO
MULTIPLU
1
DA
ADAUGARE
NATPROB
Soluția MULTIFOB
PROGENCD UN:2
R
DATEFIN IMAG CART
MESAJ ERDARE MJ, KK IC=1, P
STOP

Fig. 2.

fazei a doua de rezolvare, calcularea lor în acest program se justifică prin aceea că la trecerea prin memorie a datelor de pe cartela de disc, se face economie la timpul global de calcul, efectuînd acum aceste calcule.

Alte prelucrări:

3. Creează alt fișier similar cu *R*, idex *T*, cu datele de intrare care se va folosi la generarea fazei a doua. Această dublare a fișierului cu datele de intrare se justifică prin aceea că la reluările pachetului PROGENCD, ce au loc în faza întîia, fișierul *R* este distrus;

4. Calculează parametrii caracteristici problemei tot în timpul trecerii datelor de pe cartele pe disc. Acești parametrii, ce se calculează sînt necesari celorlalte programe după cum se va arăta mai departe.

Acești parametrii sînt:

ICR — numărul de funcții obiectiv (criterii) ale problemei (1)

ICAR — numărul de cartele (înregistrări) ce se trec în fișierul *R*;

NCPCOL — numărul de cartele pînă la capitolul COLUMNS;

NCCOL — numărul de cartele din capitolul COLUMNS;

NV — numărul de variabile ale problemei (1)

IRES — numărul de restricții ale problemei (1)

IC — numărul curent al criteriului.

Acești 7 parametri se introduc ca primă înregistrare în fișierul idex *U*.

5. Introduce înregistrarea tip MINI(MAXI) ca a doua înregistrare tot în fișierul *U*. Fișierul *U* se folosește în faza a doua.

Programul DATEREL pentru reluarea optimizării în cazul schimbării funcției obiectiv este apelat de la al doilea la ultimul criteriu. Folosește parametrul *IC* din fișierul *U* pe care-l sporește cu o unitate la fiecare rulare. Are două obiective:

a) șterge fișierul de date *R* și-l încarcă cu datele tip pentru modul reluare, în care se precizează funcția obiectiv (criteriul) pentru care se cere optimizarea;

b) introduce înregistrarea tip MINI(MAXI) în fișierul *U*, începînd cu a treia înregistrare, de la criteriul al doilea pînă la ultimul.

Programul SALVFOB are ca obiectiv „salvarea" rezultatelor după fiecare rulare a pachetului PROGEN, deoarece fișierul *M*, unde apar aceste rezultate, este șters și umplut cu alte rezultate. În urma desfășurării fazei întîia se reținnumai înregistrările cu valoarea funcției obiectiv, deoarece s-a presupus de la început că soluțiile după fiecare criteriu nu coincid și se caută în faza a doua, soluția globală. Pentru a scoate numai înregistrarea cu valoarea funcției obiectiv, care după cum am arătat este ultima din fișierul de ieșire *M*, se citește în fișierul *U* înregistrarea cu parametrii problemei de unde se folosesc numai numărul variabilelor *NV*, numărul restricțiilor IRES și numărul curent al criteriului *IC*.

Înregistrările cu valorile funcțiilor obiectiv se introduc într-un fișier idex *F*.

În faza a doua se rezolvă problema (6) care determină soluția globală a problemei (1) pentru mai multe criterii de optimizare. Din această fază fac parte programele VERIFOB și GENFIN.

Programul VERIFOB verifică rezultatele obținute după terminarea primei faze în sensul că pentru a obține soluția globală este necesar ca după fiecare criteriu să se obțină o soluție optimală. Altfel, nu se poate determina soluția globală.

După cum am arătat, programul SALVFOB crează un fișier, idex F, cu rezultatele în urma desfășurării primei faze a algoritmului. Acest fișier conține pentru fiecare criteriu, cîte o înregistrare, cu următoarea structură: valoarea funcției obiectiv, tipul soluției (KK), factorul de eroare majoră (MJ), numele funcției obiectiv analizate.

Pentru ca verificările din programul VERIFOB să se desfășoare rapid, întreg conținutul fișierului F este transferat total în memoria centrală în zona cu dimensiunile maxime TFOB (100, 6), putînd deci satisface o problemă cu o sută de criterii. Verificările propriu-zise se fac asupra factorului MJ și tipului soluției KK. Dacă $MJ = 1$ sau $KK = 2$ sau 3 se dau mesaje de eroare corespunzătoare ($KK = 2$: domeniu vid al soluțiilor; $KK = 3$: soluție infinită), și criteriul la care s-au găsit. La urmă se dă suma erorilor întîlnite în verificarea făcută și programul se oprește fără a mai rezolva și faza a doua a algoritmului.

Programul GENFIN reprezintă esența algoritmului de calcul și are ca obiectiv generarea datelor pentru problema finală (6). Pentru a înțelege ce operații comportă această generare se va face o comparație între problemele (1) și (6) și se va ține seama de structura datelor de intrare în pachetul PROGEN.

Comparînd cele două probleme ce se rezolvă în cele două faze ale algoritmului constatăm:

1. Problema finală (6) are o variabilă în plus (x_{n+1}), ceea ce revine la a completa capitolul COLUMNS din datele de intrare în problema (1), cu o coloană formată din $(p + 1)$ elemente, în care p este numărul de criterii ale problemei (1). Primul element din această coloană corespunzător noii funcții obiectiv din (6) este egal cu unu, iar celelalte p elemente vor fi ponderile ce se iau din fișierul S.

2. Corespunzător cu modificarea de mai sus se completează și vectorul termenului liber, capitolul RHS, prin introducerea în fața acestuia a p elemente care sînt valorile funcțiilor obiectiv calculate în prima fază și care se găsesc în fișierul F. Aceste două puncte sînt executate de subprogramul ADAUGARE.

3. În problema (6), funcțiile obiectiv din prima fază (1) devin restricții. Aceasta revine la o modifica natura problemei în datele de intrare în prima etapă, în capitolul ROWS, din funcția liberă, în inegalitate de tipul mai mic sau egal. Această modificare este executată de subprogramul PRIMO.

4. Deoarece în problema (6), vechile funcții obiectiv devin restricții, pentru acelea care cereau maximizare, se schimbă semnele coeficienților acestora prin înmulțire cu -1. Această operație este executată de subprogramul MULTIPLU folosind informațiile din fișierul U.

5. Se completează înregistrarea care precizează noua funcție obiectiv care se minimizează (x_{n+1} din problema (6)), prin subprogramul NATPROB.

6. Pentru generarea datelor se folosește fișierul T cu datele de intrare în prima fază conservate și se completează fișierul R.

Urmează apelarea pachetului PROGENCD pentru rezolvarea problemei (6), al cărei date de intrare se iau din fișierul R, generate de programul GENFIN. Se obține la imprimantă soluția globală a unei probleme de programare liniară după mai multe criterii.

1. Produsul informatic descris poate rezolva probleme de programare liniară cu maximum 100 de criterii, iar dacă va fi nevoie de şi mai multe criterii se poate creşte cu uşurinţă numărul lor.

2. Produsul are performanţe ridicate de calcul datorită utilizării unui pachet de programare liniară PROGENCD perfecţionat şi bine cunoscut de către utilizatori.

3. Soluţia globală după toate criteriile poate fi obţinută numai dacă există soluţie optimală după fiecare criteriu în parte.

4. Dacă punctul 3 nu este îndeplinit, există posibilitatea de elaborare a unor modele mai eficace, în sensul de obţinere mai sigură şi mai rapidă a soluţiei. În acest caz acele restricţii care au împiedicat rezolvarea optimală a modelului, pot fi trecute într-o altă formulare a modelului, în cadrul funcţiilor obiectiv. Deci, în cazul scrierii unor modele cu mai multe funcţii obiectiv se pot obţine modele perfecţionate şi mai eficiente în rezolvare.

5. Acest produs se poate folosi ca metodă de alocare a resurselor, în planificarea acestora, pe diferite termene.

6. La o analiză aprofundată, a oricărui domeniu de activitate, se pot formula mai multe obiective de atins în activitatea ce se desfăşoară.

Pentru a putea conduce sisteme complexe (ştiinţă, industrie, teritoriu, planificare, prognoză etc.), compartimentele de decizie, care au asemenea răspunderi, trebuie să-şi însuşească cunoştinţe de programare liniară şi apoi, fiind specialişti în domeniul pe care vor să-l conducă, să poată formula matematic problema de programare liniară (de conducere) la care să evidenţieze matematic toate funcţiile obiectiv (criteriile) care trebuie extremizate.

Metoda care a făcut obiectul aceste lucrări va oferi rezolvarea problemei de conducere (decizie) formulate anterior.

Scopul urmărit este de a pune la dispoziţia utilizatorilor o metodă de calcul care să determine o soluţie ce să satisfacă, cît mai bine, toate criteriile de optimizare şi nici unul în defavoarea altuia.

BIBLIOGRAFIE

1. CONSTANTINESCU P., NEGOIŢĂ C. V.: *Sisteme informatice, modele ale conducerii şi sistemelor conduse*. Editura tehnică, Bucureşti, 1975.
2. NEGOIŢĂ C. V., RĂDULESCU D.: *Modelarea dinamică a sistemelor de producţie*. Comunicare la Simpozionul naţional de Teoria sistemelor. Braşov, septembrie, 1973.
3. NEGOIŢĂ C. V.: *Teoria reglării automate cu aplicaţii în industrie*. Curs A.S.E., Facultatea de Cibernetică economică, Bucureşti, 1972.
4. ZIDĂROIU C.: *Extinderea programării liniare în rezolvarea unor probleme neliniare*. Raport de cercetare. I.C.I., Bucureşti, 1975.
5. DRAFTA D.: *Programarea liniară cu mai multe funcţii obiectiv*. Comunicare la Simpozionul „Experienţa utilizării modelelor matematice în sisteme informatice. Iaşi, aprilie, 1978.
6. NEGOIŢĂ C.V., SULARIA M.: *Metodă de selecţie a unui punct de optim după mai multe criterii*. Studii şi cercetări de calcul economic şi cibernetică economică, nr. 1, 1978.
7. * * * PROGEN, *Manuale de prezentare şi aplicare*.

26.VI.1978

TATIANA CĂLIN
Institutul Central de
Conducere și Informatică

Algoritm pentru descompunerea unei matrice în formă unghiulară

Multe probleme economice se pot rezolva prin programarea liniară sau liniar-dinamică. Dantzig și Wolfe, Rosen ș.a. au presupus sistemul de o formă specială, numită forma unghiulară. Dar pentru a putea aplica acești algoritmi în problemele economice trebuie să avem posibilitatea de a „tăia" matricea restricție de forma dorită. Este ceea ce ne propunem să arătăm în acest articol.

1. INTRODUCERE

Multe probleme economice pot fi modelate printr-o problemă de programare matematică. Dar, fie că este vorba de programare liniar dinamică sau numai liniară, problema, în ansamblu, are dimensiuni foarte mari, ceea ce îngreunează munca cercetătorului. Bineînțeles, în cazul programării liniar-dinamice s-au construit multe algoritme, cum este algoritmul lui Glassey [4] de programare operativă a producției, dar care s-a dovedit mai puțin eficace, fie din punct de vedere al timpului-calculator, fie din punct de vedere al suboptimalității, decît algoritmul lui Rosen [2]. Algoritmul lui Rosen, deși inițial, a fost conceput doar pentru probleme liniare, s-a dovedit corespunzător, prin descompunerea pe care o face, și pentru probleme liniar-dinamice. Dar apar cazuri cînd modelul matematic nu este astfel structurat încît să asigure aplicabilitatea algoritmului Rosen. În acest sens, ne-am ocupat de descompunerea matricei restricție totală, astfel încît să putem aplica apoi algoritmul Rosen. Pentru cititorul nefamiliarizat cu noțiunile de pro-

Cu această ocazie aduc mulțumirile mele cele mai profunde tovarășului profesor Corneliu Zidăroiu, pentru sprijinul substanțial și coordonarea acordată în rezolvarea acestei probleme.

gramare pe calculator pare straniu faptul că determinăm numai mulțimi de indici de linie, nu și de coloană. Dar matricea restricție totală este foarte rară, ceea ce înseamnă memorarea ei pe elemente nenule, în sensul: linie, coloană, valoare. Deci determinînd un anumit indice de linie ca fiind indice de bloc, de exemplu, putem afla ușor, prin program, ce indici de coloană îi corespund. Las deschisă problema programării acestui algoritm, în cazul în care s-ar putea evita risipa de memorie.

2. PROBLEMA

Dezvoltarea intensivă a economiei conduce uneori, pentru a o analiza, la probleme liniar-dinamice sau liniare foarte mari. Sînt cazuri cînd probleme ce modelează un sistem economic, nu pot fi rezolvate cu pachetele de programe existente, de exemplu OPALINE-ul, datorită dimensiunilor lor.

Există în momentul de față, o serie de algoritme bazate pe descompunerea problemei în subprobleme interconectate, specializate pantru dimensiuni foarte mari. Unul dintre cele mai eficiente este algoritmul Rosen, care deși a fost conceput inițial doar pentru programe liniare de dimensiuni foarte mari, poate fi ușor aplicat și în probleme inter-dinamice.

Algoritmul Rosen, pornește de la matrice restricție de o formă specială, numită formă unghiulară:

$$U = \begin{Vmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_p \\ B_1 & & & \\ & B_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & B_p \end{Vmatrix}$$

unde matricele A_1, A_2, ..., A_p formează matricea de cuplare, iar matricele B_1, B_2, ..., B_p se numesc blocuri, restul elementelor fiind nule.

Problema care se pune înainte de a programa algoritmul Rosen, este următoarea: Avînd o matrice oarecare A, rară , de dimensiunea $m \times n$ și rang $A = m$, cum o aducem, dacă este posibil, la forma unghiulară?

Am încercat să soluționez această problemă prin algoritmul prezentat în acest articol.

3. PREZENTAREA METODEI

Se introduce o relație, numită relație de rudenie, între indicii de linie ai matricei A, definită astfel: indicele de linie i este în relație de rudenie cu indicele de linie j, sau iRj, dacă există cel puțin un indice de coloană k astfel încît $A(i, k) \neq 0$ și $A(j, k) \neq 0$.

Observăm că relația R este reflexivă, simetrică, dar nu și tranzitivă.

Corespunzător relației R, se construiește o matrice de lucru, numită matricea relațiilor de rudenie:

$$S(i,j) = \begin{cases} 1, & \text{dacă } i R \cdot j \text{ și } i \neq j \\ 0, & \text{în caz contrar.} \end{cases} \quad (1)$$

Se constată că indicii i și j din definiția (1) sînt indici de linie pentru matricea A, în matricea S indicele j devenind indice de coloană. Se observă că matricea S are dimensiunea $m \times m$.

În ciclul 1 se alege o secvență de indici de linie din matricea A, și anume $L_1 = \{x_1^1, x_2^1, ..., x_{\lambda_1}^1\}$, unde $x_1^1 = 1$, $x_2^1 = x_1^1 + 1$, $x_{\lambda_1}^1 + 1 > m$, $x_{\lambda_1}^1 \leqslant m$, și secvența $\{x_2^1, ..., x_{\lambda_1}^1\}$ este secvența de numere Fibonacci determinată de alegerea lui x_1^1 și x_2^1.

Se alege o mulțime:

$$P^1 \subseteq \cdot L^1.$$

cu

card $P^1 > 1$.

Se construiesc, pentru mulțimea P^1, următoarele mulțimi:

$$C_{p_1} = \{e_1 \in \{1, 2, ..., m\} / S(p_1, e_1) = 1\}, \forall p_1 \in P^1 \tag{2}$$

$$B_{p_1} = \mathbf{C}\, C_{p_1} - \{\alpha_{p_1}\}. \tag{3}$$

Dacă:

$$\bigcup_{p_1 \in P^1} C_{p_1} \subset \mathbf{C}\, P^1 \tag{4}$$

atunci P^1 formează o parte a mulțimii indicilor de cuplare.

Dacă:

$$\bigcup_{p_1 \in P^1} C_{p_1} \supseteq \mathbf{C}\, P^1 \tag{5}$$

atunci P^1 formează mulțimea indicilor de cuplare.

Dacă:

$$\bigcup_{p_1 \in P^1} B_{p_1} \subset \mathbf{C}\, P_1 \tag{6}$$

atunci P^1 formează mulțimea indicilor de linii ale unui bloc (care eventual, poate fi completată în ciclurile următoare).

Să presupunem că, în urma executării ciclului 1, am găsit mulțimile de indici P_i^1, $1 \leqslant i \leqslant i_1$, care reprezintă fie mulțimi de indici de cuplare, fie mulțimi de indici de bloc. Să presupunem că

$$L_1 - \bigcup_{i=1}^{i_1} P_i^1 \neq \emptyset. \tag{7}$$

Atunci vom numi indicii

$$k \in L_1 - \bigcup_{i=1}^{i_1} P^1 \tag{8}$$

indici liberi și vom forma mulțimea indicilor liberi L:

$$L = L_1 - \bigcup_{i=1}^{i_1} P_i^1 \tag{9}$$

care, eventual, se va completa în ciclurile următoare.

Să presupunem că am ajuns la ciclul α (unde $\alpha \leqslant \left[\frac{m}{4}\right] + 1$ după cum se va vedea) și am determinat, în ciclurile anterioare, mulțimile P_i^1, $1 \leqslant i \leqslant i_1$, ..., $P_i^{\alpha-1}$, $1 \leqslant i \leqslant i_{-1}$.

Secvența de numere aleasă în ciclul $\alpha - 1$ este $L^{\alpha-1}$; căutăm în mulțimea $L^{\alpha-1}$ primul număr $x^{\alpha-1}_{d_{\alpha-1}}$ care satisface:

$$x^{\alpha-1}_{d_{\alpha-1}+1} \neq x^{\alpha-1}_{d_{\alpha-1}} + 1. \tag{10}$$

Construim secvența de numere $L_\alpha = \{x_1^\alpha, x_2^\alpha, ..., x^\alpha_{\lambda_\alpha}\}$ unde $x_1^\alpha = x^\alpha_{d_\alpha+1}$ $x_2^\alpha = x_1^\alpha + 1$, $x^\alpha_{\lambda_\alpha+1} > m$, $x^\alpha_{\lambda_\alpha} \leqslant m$, și secvența $\{x_3^\alpha, ..., x^\alpha_{\lambda_\alpha}\}$ este secvența de numere Fibonacci determinată de x_1^α și x_2^α.

Luăm o submulțime oarecare:

$$P^\alpha \subseteq L_\alpha$$

cu

$$\text{card } P^\alpha > 1. \tag{11}$$

Să presupunem că în ciclurile anterioare am determinat mulțimile D_i, $1 \leqslant i \leqslant r$, ca formînd părți ale mulțimii indicilor de cuplare.

Dacă:

$$\bigcup_{p_\alpha \in P^\alpha} C_{p_\alpha} \cup \bigcup_{i=1}^{r} \left(\bigcup_{d_i \in D_i} C_{d_i} \right) \subset \mathbf{C}\, P^\alpha \cup \left(\bigcup_{i=1}^{r} \mathbf{C}\, D_i \right) \tag{12}$$

atunci $P^\alpha \cup \left(\bigcup_{i=1}^{r} D_i \right)$ formează o parte a mulțimii indicilor de cuplare.

Dacă:

$$\bigcup_{p_\alpha \in P^\alpha} C_{P_\alpha} \cup \bigcup_{i=1}^{r} \left(\bigcup_{d_i \in D_i} C_{d_i} \right) \supseteq \mathbf{C}\, P^\alpha \cup \left(\bigcup_{i=1}^{r} \mathbf{C}\, D_i \right) \tag{13}$$

atunci $P^\alpha \cup \left(\bigcup_{i=1}^{r} D_i \right)$ formează mulțimea indicilor de cuplare.

Fie F o mulțime de indici de bloc, determinată într-un ciclu anterior.

Dacă:

$$\left(\bigcup_{p_\alpha \in P^\alpha} B_{p_\alpha} \right) \cup \left(\bigcup_{f \in F} B_f \right) \subset \mathbf{C}\, P^\alpha \cup \mathbf{C}\, F \tag{14}$$

atunci $P^\alpha \cup F$ formează mulțimea indicilor unui bloc.

Relația (14) poate fi folosită fie pentru a completa o mulțime de indici de bloc aflată anterior în scopul determinării blocurilor maximale, dar, totodată, putem considera mulțimea F vidă și prin relația (14) se determină un nou bloc.

Să presupunem că am determinat, în ciclul α, mulțimile P_i^α, $1 \leqslant i \leqslant i_\alpha$. Dacă:

$$L_\alpha - \bigcup_{i=1}^{i_\alpha} P_i^\alpha \neq \emptyset \tag{15}$$

atunci indicii din mulțimea $L_\alpha - \bigcup_{i=1}^{i_\alpha} P_i^\alpha$, numiți indici liberi, vor fi inserați în mulțimea L a indicilor liberi, definită mai sus.

4. MODUL DE ALEGERE A SECVENȚELOR DE NUMERE ÎN CADRUL FIECĂRUI CICLU

După cum s-a observat, cînd se trece la un nou ciclu $\alpha + 1$ secvența de numere $L_{\alpha+1}$, depinde de secvența L_α din ciclul anterior în sensul că se alege:

$$x_1^{\alpha+1} = x_{d_\alpha}^\alpha + 1 \tag{16}$$

unde $x_{d_\alpha}^\alpha$ este primul număr din L_α care satisface următoarea inegalitate:

$$x_{d_{\alpha+1}}^\alpha \neq x_{d_\alpha}^\alpha + 1. \tag{17}$$

Se alege, apoi:

$$x_2^{\alpha+1} = x_1^{\alpha+1} + 1 \tag{18}$$

iar secvența $\{x_3^{\alpha+1}, \ldots, x_{\lambda_{\alpha+1}}^{\alpha+1}\}$ este, de fapt, secvența de numere Fibonacci determinată de $x_1^{\alpha+1}$ și $x_2^{\alpha+1}$ și care satisface:

$$x_{\lambda_{\alpha+1}}^{\alpha+1} + 1 > m, \quad x_{\lambda_{\alpha+1}}^{\alpha+1} \leqslant m. \tag{19}$$

Acest mod de alegere a secvențelor de numere este valabil pînă cînd se ajunge la ciclul $\left[\frac{m}{4}\right]$. În acest ciclu, deoarece, dacă am alege secvența de numere la fel ca pînă acum, ea ar conține prea puține numere (indici de linie), vom alege secvența de numere formată din toți acei indici de linie care n-au intrat în nici o secvență de numere anterioară.

Este posibil ca descompunerea, în sensul determinării indicilor de linie, corespunzători blocurilor și matricei de cuplare să fie realizată în acest ciclu $\left[\frac{m}{4}\right]$. Dacă însă rămîn indici liberi din cadrul celor $\left[\frac{m}{4}\right]$ cicluri, vom executa un ciclu suplimentar, unde secvența de numere este mulțimea indicilor liberi L determinată în ciclurile anterioare.

La sfîrșitul acestui ciclu suplimentar se poate spune cu exactitate dacă matricea A admite sau nu formă unghiulară.

Teorema 1. Condiția

$$\bigcup_{p \in P} C_p \subset \complement P \tag{20}$$

este necesară și suficientă pentru ca P să formeze o parte a mulțimii indicilor de cuplare.

Demonstrație. Fie D mulțimea indicilor de cuplare și $F_1, F_2, ..., F_r$ mulțimile de indici de bloc. Dacă $i \in D$ atunci există cel puțin doi indici $k_1, k_2 \in \{1, 2, ..., r\}$ astfel încît pentru indicii $j_1 \in F_{k_1}, j_2 \in F_{k_2}$ să avem $S(i, j_1) = 1$ și $S(i, j_2) = 1$.

Cum $P \subset D$, orice element $p \in P$ satisface condiția că există o submulțime:

$$I \subset \{1, 2, ..., r\}, \quad I \neq \emptyset \tag{21}$$

astfel încît să existe cel puțin doi indici $k_1, k_2 \in I$ pentru care indicii $j_1 \in F_{k_1}$, $j_2 \in F_{k_2}$ satisfac $S(p, j_1) = 1$ și $S(p, j_2) = 1$.

Mulțimile C_p, $p \in P$, sînt definite astfel:

$$C_p = \{i \in \{1, 2, ..., m\} / S(p, i) = 1\}. \tag{22}$$

Deci, pentru un $p \in P$, mulțimea C_p definește indicii de linie cu care se află linia p în relație de rudenie.

Cum P este o parte a mulțimii indicilor de cuplare, complementara ei este:

$$\complement P = F_1 \cup F_2 \cup \ldots \cup F_r \cup (D - P). \tag{23}$$

Reuniunea mulțimilor C_p, $p \in P$ definește indicii de linie cu care se află indicii $p \in P$ în relație de rudenie.

Din considerentele de mai sus, rezultă că indicii din P se află în relație de rudenie cu o parte a indicilor din complementara lui P. Cu alte cuvinte, am demonstrat că, dacă $P \subset D$ atunci relația (20) este satisfăcută.

Să demonstrăm acum că dacă relația (20) este satisfăcută, atunci $P \subset D$.

Fie A o mulțime nevidă astfel încît:

$$\left(\bigcup_{p \in P} C_p\right) \cup A = \complement P. \tag{24}$$

Putem considera mulțimea A ca fiind

$$A = \bigcup_{f \in F} C_f \tag{25}$$

unde

$$F \subset D. \tag{26}$$

Deci:

$$\left(\bigcup_{p \in P} C_p\right) \cup \left(\bigcup_{f \in F} C_f\right) = \complement P. \tag{27}$$

Din faptul că $F \subset D$ și este satisfăcută relația (27) rezultă că P este o parte a mulțimii indicilor de cuplare, deci

$$P \subset D$$

c.c.t.d.

Teorema 2. Condiția

$$\bigcup_{p \in P} C_p \supseteq \mathbf{C}\, P \tag{28}$$

este necesară și suficientă pentru ca P să formeze mulțimea indicilor de cuplare.

Demonstrație. Dacă P este mulțimea indicilor de cuplare și $F_1, F_2, ..., F_r$ sînt mulțimile indicilor de bloc, am arătat în demonstrația teoremei 1 că pentru un $p \in P$, există cel puțin doi indici $k_1, k_2 \in \{1, 2, ..., r\}$ astfel încît pentru indicii $j_1 \in F_{k_1}$, $j_2 \in F_{k_2}$ să avem $S(p, j_1) = 1$ și $S(p, j_2) = 1$.

Cum am presupus că P formează întreaga mulțime a indicilor de cuplare, rezultă că totalitatea indicilor $p \in P$ se află în relație de rudenie cu totalitatea indicilor din complementară, putînd exista, eventual, și relații de rudenie între indicii din P. Ceea ce, ținînd cont de definiția mulțimilor C_p, $p \in P$, înseamnă că relația (28) este satisfăcută.

Reciproc, fie A o mulțime, eventual vidă, astfel încît:

$$\bigcup_{p \in P} C_p = \mathbf{C}\, P \cup A. \tag{29}$$

Putem considera:

$$A \subset P. \tag{30}$$

Cum am arătat în demonstrația teoremei 1, reuniunea mulțimilor C_p, $p \in P$, definește indicii de linie, cu care indici $p \in P$ se află în relație de rudenie.

Din relațiile (29) și (30) rezultă că indicii $p \in P$ se află în relație de rudenie cu toți indicii din $\mathbf{C}P$ și cu indicii din $A \subset P$.

Cum indicii de linie ai unui bloc, chiar dacă se află în relație de rudenie între ei, nu se pot afla în relație de rudenie cu indicii de linie ai altor blocuri (indicii aflați în complementară) și cum mulțimea indicilor de cuplare se află, în mod obligatoriu, în relație de rudenie cu toții indicii blocurilor, deci cu indicii din complementară, și, eventual, există relații de rudenie între indicii de cuplare, rezultă că mulțimea P formează mulțimea indicilor de cuplare c.c.t.d.

Teorema 3. Condiția

$$\bigcup_{p \in P} B_p \subset \mathbf{C}\, P \tag{31}$$

este necesară și suficientă pentru ca P să formeze mulțimea indicilor unui bloc.

Demonstrație. Să presupunem că D formează mulțimea indicilor de cuplare și $F_1, F_2, ..., F_r$ formează mulțimile indicilor de bloc. Fie $e \in \{1, 2, ..., r\}$ astfel încît $P = F_e$.

Pentru orice $k_1 \in \{1, 2, ..., r\} - \{i\}$ și orice $j_1 \in F_1, j_2 \in F_e$ avem $S(j_1, j_2) = 0$. Totodată există cel puțin un indice $i \in D$ astfel încît $S(i, j_2) = 1$.

Mulțimile B_p, $p \in P$, sînt definite astfel:

$$B_p = \complement C_p - \{p\} \tag{32}$$

sau

$$B_p = \{e \in \{1, 2, ..., m\} / S(p, e) = 0, p \neq e\}. \tag{33}$$

Mulțimile B_p definesc indicii de linie cu care $p \in P$ nu se află în relație de rudenie.

Cum P formează un bloc, reuniunea mulțimilor B_p, $p \in P$ este mulțimea indicilor de linie ale celorlalte blocuri.

După cum am arătat, există cel puțin un indice $i \in D$ care să se afle în relație de rudenie cu indicii $p \in P$.

Toate acestea dovedesc că reuniunea mulțimilor B_p, $p \in P$, trebuie să fie inclusă în complementara lui P, deoarece această reuniune este disjunctă de mulțimea D.

Reciproc, să presupunem că relația (31) este adevărată. Atunci există o mulțime A, nevidă, astfel încît:

$$A \subset \complement P, \quad A \subset D \tag{34}$$

$$\bigcup_{p \in P} B_p = \complement P - A. \tag{35}$$

Din relația (35) rezultă că indicii $p \in P$ nu se află în relație de rudenie cu indicții $\complement P - A$, dar se află în relații de rudenie cu indicii din A. Dacă P ar fi fost mulțimea indicilor de cuplare atunci indicii $p \in P$ s-ar fi aflat în relații de rudenie cu toți indicii din complementara lui P, ceea ce contrazice faptul că indicii din P nu se află în relație de rudenie cu indicii din $\complement P - A$. Deci considerînd mulțimea A ca o parte a indicilor de cuplare, rezultă că P, formează mulțimea indicilor unui bloc c.c.t.d.

Teorema 4. Dacă, după efectuarea ciclului suplimentar, rămîn indici liberi, atunci matricea originală nu admite descompunere în formă unghiulară.

Demonstrație. Alegerea indicilor în fiecare ciclu, testările care se fac asupra lor, atît asupra indicilor dintr-un ciclu, cît și asupra indicilor rămași liberi din ciclurile anterioare, determină în mod unic un set de mulțimi. Dacă, după ce s-au testat condițiile necesare și suficiente pentru determinarea acestor mulțimi asupra tuturor indicilor (la sfîrșitul ciclului $\left[\frac{m}{4}\right]$) mai rămîn totuși indici liberi, acești indici vor forma secvențe de numere a ciclului suplimentar. Se reiau testările și dacă, totuși, în urma acestor testări, mai rămîn indici liberi, înseamnă că anumite linii nu pot fi, în cadrul matricei, nici linii de cuplare, nici linii de bloc, deci descompunerea nu poate avea loc c.c.t.d.

BIBLIOGRAFIE

1. DANTZIG G. B., WOLFE P.: *Descomposition Algorithm for Linear Programming.* Econometrica , 9, nr. 4, 1961 și Operations Recherches, 8 ian-febr., oct. 1960.
2. GLASSEY C.R.: *Dinamic Linear Programs for Production Scheduling.* Operations Rescherches, 1968.
3. LASDON S. L.: *Teoria optimizării sistemelor mari.* Editura tehnică, București, 1975.
4. MALIȚA M. , ZIDĂROIU C.: *Programarea dinamică.* Editura tehnică, București.
5. ROSEN J. B.: *Primal Partition Programming for Black Diagonal Matrices.* Numerische Mathematic, 6, 1964.
6. STĂNCIULESCU FL.: *Dinamic Model and Algorithm for the Control of Large — Scale Systems with Hierarchical Structure.* Prelucrarea și transmiterea numerică a datelor și conducerii proceselor cu ajutorul calculatorului. Probleme de automatizare, nr. 10, Editura Academiei R.S.R.

28.II.1979

M. STOICA
Catedra de cibernetică economică A.S.E.
G. ANGHELUȚĂ
Uzina „Semănătoarea"

O problemă de transport cu restricții

În lucrare se prezintă un algoritm pentru probleme de maxim ce se poate aplica cu modificări simple și evidente la probleme de minim. Algoritmul propus constituie o variantă a metodei diferențelor comparate [1] *și va fi denumit în lucrare „algoritmul costurilor comparate".*

O problemă de transport cu restricții se obține adăugînd la problema obișnuită de transport cel puțin o restricție. Pentru problema bidimensională [4] se obține sistemul liniar:

$$max\left(\sum_i \sum_j C_{ij}\, x_{ij}\right), \quad i \in I = 1, 2, ..., m; \quad j \in J = 1, 2, ..., n \tag{1}$$

$$l_{ij} \leqslant x_{ij} \leqslant L_{ij}, \quad i \in I, \quad j \in J \tag{2}$$

$$\sum_j x_{ij} = a_i, \quad i \in I \tag{3}$$

$$b_j \leqslant \sum_i x_{ij} \leqslant B_j, \quad j \in J \tag{4}$$

$$x_{ij} \geqslant 0, \quad i \in I, \quad j \in J. \tag{5}$$

Necunoscutele x_{ij} trebuie aflate, toate celelalte valori sînt date. Dacă adăugăm variabile ecart ajungem la un sistem cu $2mn + 2n + m$ ecuații și $3mn + m + n$ necunoscute, astfel că rezolvarea prin algoritmii cunoscuți de la programarea liniară devine greoaie și costisitoare. Cum, în mod evident $m > 1$ și $n > 0$ numărul necunoscutelor este mai mare ca numărul ecuațiilor, deci se poate găsi determinantul nenul de rang egal cu numărul ecuațiilor, și deci sistemul este compatibil și admite o infinitate de soluții ce depind de $n(m - 1)$ parametri.

Cazuri particulare ale problemei liniare (1) — (5) se găsesc în [2] și [3], dar algoritmii de calcul sînt alții decît cel propus de noi.

RESTRICȚIILE CONSTANTELOR PENTRU A AVEA O SOLUȚIE ADMISIBILĂ

Se observă că pentru a exista o soluție admisibilă trebuie îndeplinite simultan condițiile:

$$\sum_j l_{ij} \leqslant a_i, \quad i \in I \tag{6}$$

$$\sum_j L_{ij} \geqslant a_i, \quad i \in I \tag{7}$$

$$\sum_i l_{ij} \leqslant B_j, \quad j \in J \tag{8}$$

$$\sum_i L_{ij} \geqslant b_j, \quad j \in J \tag{9}$$

$$\sum_i b_{ij} \leqslant \sum_i a_i \tag{10}$$

$$\sum_j B_j \geqslant \sum_i a_i. \tag{11}$$

Relatiile (6) și (7) arată că dacă în fiecare celulă (i, j) a matricei X ($i \in I$, $j \in J$) se alocă cel puțin cantitatea x_{ij} astfel ca relația (2) să fie satisfăcută atunci pentru a fi îndeplinită și relația (3) trebuie:

$$\sum_j l_{ij} \leqslant a_i \leqslant \sum_j L_{ij}, \quad i \in I.$$

Relațiile (8) — (11) rezultă ușor pentru semnul egal din relațiile (2) — (4) semnul inegal strict se deduce din logica problemei.

ALGORITMUL PROPUS

Pașii „algoritmului costurilor comparate" sînt:

1) Se repartizează matricei X de dimensiune $m \times n$ cantitățile limită l_{ij}. Vor rămîne nerepartizate pe fiecare linie cantitățile:

$$a_i' = a_i - \sum_j l_{ij}, \quad i \in I.$$

2) Alegînd „costul" maxim pe o linie (este o problemă de maxim) se repartizează pentru fiecare $i \in I$ celulei x_{ir} cantitatea p_i astfel:

Dacă $L_{ir} - x_{ir} < a_i$ se ia $p_i = L_{ir} - x_{ir}$ după care se însumează cantitățile liniei i; $R_j = \sum_i x_{ij}$ ($j \in J$), și se revine la 2).

Dacă $L_{ir} - x_{ir} \geqslant a_i$ se ia $p_i = a_i$, după care se merge la pasul 3).

3) Se inițializează costul transportului între 2 coloane k' cu o valoare foarte mică. Se aleg indicii j^0 și j_2^0, modificînd prin adaos cîte o unitate de la 1 la n la indicii j și j_2 din condițiile:

$$R_{j^0} > B_{j^0} \text{ și } R_{j_2^0} < B_{j_2^0}$$

sau respectiv din relațiile:

$$R_{j^0} > b_{j^0} \text{ și } R_{j_2^0} < b_{j_2^0}$$

pentru a transporta cantitățile de peste B_{j^0} respectiv sub $b_{j_2^0}$.

Se aleg apoi i^0, j_1^0, și i_1^0 din condițiile: $x_{i^0 j^0} \geqslant 0$, $x_{i_1^0 j_1^0} > 0$ care asigură posibilitatea transportului unor cantități diferite de zero.

4) Se calculează costul nou al transportului de la j^0 la coloana j_2^0 prin intermediul coloanei j_1^0 astfel:

$$k'' = c_{i^0 j_2^0} - c_{i_1^0 j_1^0} + c_{i^0 j_1^0} - c_{i^0 j^0}.$$

Dacă $k'' > k'$ (lucru evident în prima iterație, pentrucă valoarea lui k' este foarte mică) se trece la pasul 5) punînd $k'' = k'$.

Dacă $k'' \leqslant k'$ se caută alt k'' reluînd 3) prin mărirea în ordine a indicilor j_1^0, i_1^0, i^0, j_2^0, j^0.

5) Se calculează cantitatea $q > 0$ care va fi transportată conform calculului :

$$\begin{array}{ccc} (i^0, j^0) & \rightarrow & (i^0, j_1^0) \\ & & \downarrow \\ & & (i_1^0, j_1^0) \rightarrow (i_1^0, j_2^0). \end{array}$$

Calculele ce se fac sînt:

$$q_1' = \begin{cases} R_{j^0} - b_{j^0}, & \text{dacă } R_{j^0} - b_{j^0} < B_{j_2^0} - R_{j_2^0} \\ B_{j_2^0} - R_{j_2^0}, & \text{în caz contrar;} \end{cases}$$

$$q_1 = q_1'.$$

$$q_2' = \begin{cases} x_{i^0 j^0} - l_{i^0 j^0}, & \text{dacă } x_{i^0 j^0} - q_1 < l_{i^0 j^0} \\ q_1, & \text{în caz contrar;} \end{cases}$$

$$q_2 = min\ (q_1, q_2);$$

$$q_3' = \begin{cases} L_{i^0 j_1^0} - x_{i^0 j_1^0}, & \text{dacă } x_{i^0 j_1^0} - q_2 < L_{ij} \\ q_2, & \text{în caz contrar;} \end{cases}$$

$$q_3 = min\ (q_2, q_3');$$

$$q_4' = \begin{cases} x_{i_1^0 j_1^0} - l_{i_1^0 j_1^0}, & \text{dacă } x_{i_1^0 j_1^0} - q_3 < l_{i_1^0 j_1^0} \\ q_3, & \text{în caz contrar;} \end{cases}$$

$$q_4 = min\ (q_3, q_4');$$

$$q_5' = \begin{cases} L_{i_1^0 j_2^0} - x_{i_1^0 j_2^0}, & \text{dacă } x_{i_1^0 j_2^0} + q_4 > L_{i_1^0 j_2^0} \\ q_4, & \text{în caz contrar;} \end{cases}$$

$$q_5 = q = min\ (q_4, q_5').$$

6) Se deplasează cantitatea q de la (i^0, j^0) la (i^0, j_1^0) și de la (i_1^0, j_1^0) la (i_1^0, j_2^0) se scade q de la R_{j^0} adăugîndu-se la $R_{j_2^0}$.

7) Dacă mai există j pentru care $R_j > B_j$ sau $R_j < b_j$ se reia 3)—7). Dacă nu, se calculează „costul" total optim $\sum_i \sum_j c_{ij}\, x_{ij}$ $(i \in I, j \in J)$ unde celulele x_{ij} au cantitățile repartizate astfel ca să fie satisfăcut sistemul de relații (2)—(5).

Vom demonstra că prin algoritmul propus se găsește o soluție optimă.

Teorema 1. O condiție necesară și suficientă pentru ca valoarea transportată q să fie pozitivă este satisfacerea simultană a următoarelor relatii:

$$\sum_{j_1=j_1^0} x_{i^0 j_1^0} < \sum_{j_1 \neq j_1^0} L_{i^0, j_1^0} \text{ pentru } (i^0, j_1^0) \text{ fixat} \tag{12}$$

$$\sum_{j_2 \neq j_2^0} x_{i_1^0 j_2} < \sum_{j_2 \neq j_2^0} L_{i_1^0 j_2}, \text{ pentru } (i_1^0, j_2^0) \text{ fixat} \tag{13}$$

$$\sum_{j \neq j^0} x_{i^0 j} > \sum_{j \neq j^0} l_{i^0 j}, \text{ pentru } (i^0, j^0) \text{ fixat.} \tag{14}$$

$$\sum_{j_1 \neq j_1^0} x_{i_1^0 j_1} > \sum_{j_1 \neq j_1^0} L_{i_1^0 j_1}, \text{ pentru } (i_1^0, j_1^0) \text{ fixat.} \tag{15}$$

Demonstrație. Pașii (3—5) ai algoritmului demonstrează necesitatea teoremei. Într-adevăr, în urma aplicării pasului 2) al algoritmului, poate exista un j, care îndeplinește condițiile:

$$R_j = \sum_i x_{ij} \text{ și } R_j > B_i,$$

deci invers relației (4).

Deoarece

$$b_j \leqslant \sum_i x_{ij} \leqslant B_j, \text{ pentru } j \in J$$

există și un j_2 astfel ca $R_{j_2} < B_{j_2}$, și deci se poate transporta cantitatea:

$$q = min\ (R_j - B_j,\ B_{j_2} - R_{j_2}).$$

Acesta este și criteriul dat de pasul 3) pentru determinarea inițială a lui j^0 și j_2^0.

Tot în pasul 3) se determină și i^0 din condiția $x_{i^0 j^0} > 0$ și apoi (i_1^0, j_1^0) din condiția $x_{i_1^0 j_1^0} > 0$.

Din pasul 5), anume din calculul lui q_3' și q_5', rezultă că pentru a avea ce transporta, deci pentru $q > 0$, trebuie satisfăcută relația $L_{i^0 j_1^0} - x_{i^0 j_1^0} > 0$ și respectiv

$$L_{i_1^0 j_2^0} - x_{i_1^0 j_2^0} > 0.$$

Relația se păstrează și dacă se însumează după j $(j \neq j^0)$ și respectiv j_2 $(j_2 \neq j_2^0)$, adică se găsesc relațiile (12) și (13).

Din calculul lui q_2' și q_4' rezultă $x_{i^0 j^0} > l_{ij}$ și $x_{i_1^0 j_1^0} > l_{i_1^0 j_1^0}$ și prin însumarea după $j \neq j^0$ și $j_1 \neq j_1^0$ rezultă relațiile (14) și (15).

Suficiența teoremei rezultă ușor: dacă relațiile (12)—(15) sînt satisfăcute, rezultă q_2' sau $q_4' > 0$ și q_3' sau $q_5' > 0$, astfel se reiau alte cicluri. Cum $q = min\ (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5)$, rezultă $q > 0$.

Observație: relațiile (12)—(15) se pot calcula în timpul ciclului de optimizare, permițînd evidențierea ușoară a datelor eronat preluate, anume nerespectarea condițiilor (6)—(11).

Teorema 2: Algoritmul costurilor comparate asigură soluția optimă după un număr finit s de iterații.

Demonstrație: Prin pașii 1)—2) se asigură celulelor x_{ij} $(i \in I, j \in J)$ cantitățile care satisfac relațiile (1)—(3) și (5). Doar relația (4) poate să nu fie satisfăcută de cel mult n ori. Teorema 1 asigură că există $q > 0$ care va fi deplasat astfel:

— în cazul transportului indirect (vezi [4]) de la (i^0, j^0) la (i^0, j_1^0), și de la (i_1^0, j_1^0) la (j_1^0, j_2^0). Dacă $j^0 = j_1^0$ sau $j_1^0 = j_2^0$ sau $i^0 = i_1^0$ avem transporturi directe, și calculele lui q_3 și q_4 devin inutile.

— în cazul transportului direct, de la (i^0, j^0) la (i^0, j_2^0).

În cazul cînd s-au găsit anterior i^0, j^0, i_1^0, j_1^0, j_2^0, din pasul 5) rezultă că în cazul transportului indirect:

$$q = min\,(R_{j^0} - b_{j^0},\ B_{j_2^0} - R_{j_2^0},\ x_{i^0 j^0} - l_{i^0 j^0},\ L_{i^0 j_1^0} - x_{i^0 j_1^0},\ x_{i^0 j_1^0} - l_{i^0 j_1^0},\ L_{i_1^0 j_2^0} - x_{i_1^0 j_2^0}).$$

Iar în cazul transportului direct, care este un caz particular al transportului indirect:

$$q = min\,(R_{j^0} - b_{j^0},\ B_{j_2^0} - R_{j_2^0} x_{i^0 j^0} - l_{i^0 j^0}, L_{i^0 j_2^0} - x_{i^0 j_2^0}).$$

Deci se transportă cantitatea maximă, dar respectînd restricțiile (2)—(5). În pașii 1) și 2) s-au repartizat cantitățile x_{ij} astfel ca $\sum_j x_{ij} = a_i$, $i \in I$.

În iterația t în cazul transportului indirect costul „deplasării" este:

$$k_t = C_{i_1^0 i_2^0} - C_{i_1^0 j_1^0} + C_{i^0 j_1^0} - C_{i^0 j^0}$$

iar în cazul transportului direct:

$$k_t = C_{i^0 j_2^0} - C_{i^0 j^0}.$$

Pasul 4) ne asigură că $k_{t+1} > k_t$ $(t = 1, 2, ..., s)$, ceea ce înseamnă că în cazul problemei de maxim „costul" total $CT_{t+1} < CT_t$ unde evident

$$CT_t = \sum_i \sum_j c_{ij}\, x_{ij}.$$

iar x_{ij} sînt elementele matricei X în iterația t.

Rezultă că în pasul t soluția nu depășește criteriul de optim dat de restricția (1).

Să arătăm partea a doua a teoremei, adică s este finit. După repartiția inițială a cantităților în celulele x_{ij} care satisfac (1)—(3) și (5) pot rămîne maxim $j = n$ inecuații (4) nesatisfăcute. Anterior s-a arătat că se transportă $q = min\,(max\ x_{ij})$ care îndeplinesc restricțiile (2)—(5), deci cel puțin o restricție este îndeplinită, astfel că la iterația următoare se schimbă sigur cel puțin un indice (asta ne asigură și de faptul că problema nu ciclează). Dacă se schimbă i în cadrul unui același j pot fi cel mult m iterații. Deci $s \leqslant mxn$. Astfel partea a doua a teoremei este demonstrată.

EXEMPLU

Modelul problemei prezentate este luat din practică, de la zonarea producției agricole. În preuzent zonarea producției agricole se efectuează prin metoda clasică de programare liniară: simplex. Programînd algoritmul pre-

zentat anterior pe calculator s-a redus timpul de execuţie pentru o problemă 15×20 aproape la jumătate faţă de timpul de execuţie prin programul de firmă OPALINE. În plus se fac o serie de calcule, unele privind relaţiile (6)—(11), altele ce rezultă din teorema 1 sau privind unele condiţii de totaluri pe liniile şi coloanele matricei X.

Redăm un exemplu simplu. Costurile sînt date de matricea

$$C = \begin{pmatrix} 16 & 4 & 12 & 11 \\ 10 & 1 & 5 & 5 \\ 1 & 0 & 2 & 10 \end{pmatrix}$$

disponibilităţile şi resursele inferioare şi superioare sînt

$$A = \begin{pmatrix} 10 \\ 28 \\ 16 \end{pmatrix} \qquad \begin{aligned} BI &= (3,\ 0,\ 7,\ 10) \\ BS &= (33,\ 6,\ 13,\ 17) \end{aligned}$$

iar limitele inferioare şi superioare pentru elementele de optimizat x_{ij} sînt date de matricele:

$$l = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 3 & 6 & 3 & 8 \\ 4 & 0 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$L = \begin{pmatrix} 8 & 99 & 10 & 3 \\ 8 & 9 & 10 & 8 \\ 12 & 4 & 7 & 3 \end{pmatrix}.$$

Prima repartiţie este:

$$X_1 = \begin{pmatrix} 8 & 0 & 2 & 0 \\ 8 & 6 & 6 & 8 \\ 6 & 0 & 5 & 3 \end{pmatrix}$$

Funcţia de minimizat este optimă şi are valoarea 354.

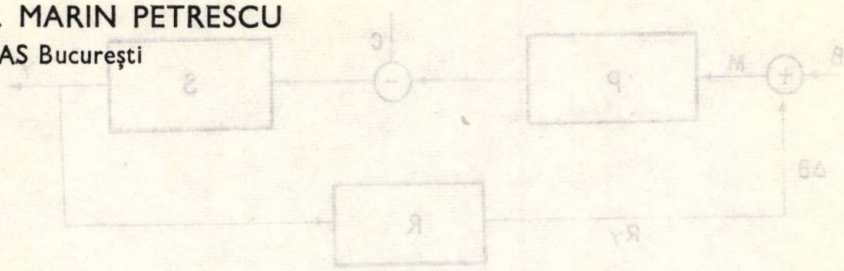
Considerăm că în practică se întîlnesc deseori probleme de acest tip, iar prezenta metodă de rezolvare oferă o posibilitate de soluţionare rapidă şi destul de uşor de programat pe calculator.

BIBLIOGRAFIE

1. ALTAR M., MIASNICOV F., RĂDULESCU M., RĂDULESCU D.: *Aplicaţii ale metodelor matematice în probleme de repartiţie.* Editura ştiinţifică, Bucureşti, 1964.
2. BRIGDEN M.E.B.: *A variant of transportation probleme în mixed type.* Operational Research quartely, vol. 25, nr. 3, 1974.
3. KLIGMAN D., RUSSEL R.: *The transportation problem with mixed constraints.* Operational Research quarteley, vol. 25, nr. 3, 1974.
4. MIHU C.: *Programare tridimensională.* Editura tehnică, Bucureşti, 1970.

6.XII.1977

Dr. MARIN PETRESCU
ADAS Bucureşti



Aplicarea conceptelor de cibernetică în activităţi ale Administraţiei Asigurărilor de Stat

În actualele documente ale Congresului al XII-lea*) este subliniată ca sarcină de bază ridicarea nivelului tehnic şi calitativ al întregii producţii materiale prin promovarea largă a mecanizării, automatizării şi cibernetizării producţiei, introducerea celor mai noi cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii, realizîndu-se astfel o economie modernă, de înaltă productivitate şi eficienţă. Totodată vor fi luate „măsuri pentru diversificarea serviciilor, soluţionarea problemei locuinţelor, dezvoltarea învăţămîntului, culturii, ocrotirii sănătăţii, turismului, sportului, reducerea în continuare a săptămînii de lucru".

★

Această indicaţie este pusă în practică şi în cadrul economic în care îşi desfăşoară activitatea Administraţia Asigurărilor de Stat. ADAS se prezintă cu un bilanţ pozitiv, încadrîndu-se organic în ritmurile ridicate de dezvoltarea economico-socială a României. Acest bilanţ care reflectă progresele substanţiale înregistrate în activitatea sa, constituie garanţia obţinerii unor realizări superioare.

Privit ca sistem simplu cibernetic contractarea de asigurări are ca obiectiv satisfacerea dorinţei celor care vor să ia o măsură suplimentară de prevedere şi concomitent să realizeze economii planificate pe o anumită perioadă de timp.

Figura 1 conţine sistemul de contractare şi reacţia de feedback creată de către ADAS în vederea realizării ratei de economii planificate care să ţină seama de strategia dezvoltării impusă de schimburile calitative superioare ale întregii activităţi economico-sociale din ţara noastră.

---

* Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R. cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981—1985 şi orientările de perspectivă pînă în 1990.

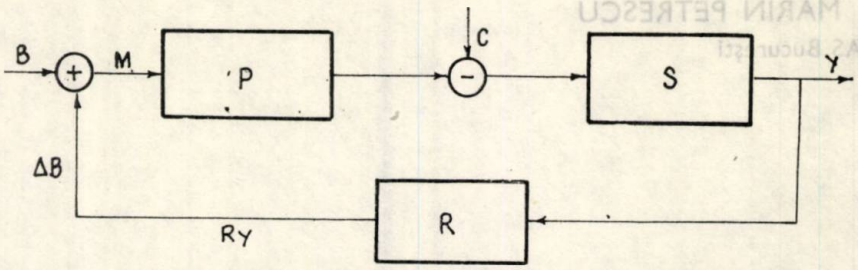


Fig.1 : SISTEMUL CIBERNETIC AL CONTRACTARII DE ASIGURARI

„INTRAREA" în sistem o constituie suma de bani asigurată prin responsabilii cu asigurările din unitățile socialiste — agenți și inspectori de asigurare sau prin orice unitate ADAS.

Blocul de transformare P semnifică proporțiile în care diferitele sume asigurate sînt redistribuite în cadrul ADAS (cadrul creat de sistemul general de încasări și plăți al R.S.R.).

Blocul S conține operațiile cu privire la emisiuni de polițe și chitanțe. Calculul ratelor de prime, calcule privind tragerile lunare de amortizare etc., avînd ca rol principal evidențierea activităților contabile și ținerea la zi a soldurilor.

Blocul de reglare R constituit de ADAS cuprinde sistemul de comenzi menite să impulsioneze procesul de contractări de la populație al tipurilor de asigurări.

Sumele plătite de ADAS conform contractelor de asigurări sînt reprezentate în sistem sub forma unor perturbații în sensul recunoașterii momentului în care apar printr-un vector de asigurare C. Sumele asigurate care cuprind atît beneficiarii permanenți cît și noii asigurați sînt reprezentate în sistem prin vectorul de intrare M. Elementele componente ale vectorului reprezintă sumele efective obținute pe diferite categorii de asigurări datorită măsurilor de promovare întreprinse de ADAS. Acest vector include componentele vectorului B. Relația dintre „ieșirea" sistemului Y — soldul la dispoziția ADAS și B — sumele contractate (stabile — periodice) este:

$$M = B + \Delta B$$

$$\Delta B = RY$$

Aceste formule sînt rezultatul conjugării intrărilor libere cu reacția inversă pozitivă a reglării sistemului.

A doua conexiune realizată la nivelul blocului S are ca principală operație plățile făcute de ADAS către asigurați și care afectează bugetul.

Considerînd sistemul deschis (fără acțiunea planificată de promovare a contractărilor), Y poate fi calculată în prima fază conform formulei:

$$Y = S(PM - C)$$

$$M = B$$

Luînd în considerare sistemul cibernetic descris mai sus, reacția planificată în timp modifică formula astfel:

$$Y = \frac{SP}{I - SPR} B - \frac{S}{I - SPR} C$$

fiind rezultatul firesc al reacției inverse și al celor două intrări în sistem, B și C.

Această reacție pozitivă apare sub formă de promovări ale contractărilor de asigurări ale populației cum sînt noile forme de asigurări familiale mixte de viață în condiții participative care permit realizarea de economii planificate. Astfel de asigurări făcute pentru cei în vîrstă de la 5 la 65 ani se pot contracta pe orice durată cuprinsă între 5 și 15 ani la o sumă ce se stabilește de asigurat. Importante ca surse de cîștig pentru ambele părți o constituie tragerile lunare de amortizare cuprinse în asigurarea mai sus amintită, precum și plata pentru suma asigurată în caz de invaliditate permanentă din accidente a oricăruia dintre asigurați; la ieșirea combinație (combinațiilor) de litere, cu prilejul tragerilor de amortizare, la expirarea asigurării (independent de sumele plătite anterior pentru eventualele cazuri de invaliditate permanentă); în caz de deces din orice cauză al oricăruia dintre asigurați.

Rolul promotor al reglării sistemului pentru obținerea unor „plusuri" (ΔB) provenite de la noii asigurați se poate observa și prin faptul că primele de asigurare sînt diferențiate în funcție de vîrsta persoanei care contractează asigurarea, de durata poliței, de mărimea sumei asigurate, precum și de numărul și vîrsta membrilor de familie ce se includ în asigurare, putînd fi achitate și în rate.

Eforturile făcute de către ADAS pentru cunoașterea „perturbației" în sistem și anume a legităților de formare a nivelelor la care se situează valorile cuprinse în componentele vectorilor C sînt justificate de dezvoltarea economică și socială a statului nostru, asigurarea continuă a condițiilor pentru creșterea nivelului de trai, material și cultural al bunăstării întregului popor.

Condițiile create pentru diversificarea serviciilor, soluționarea problemei locuințelor, dezvoltarea turismului, sînt forme de care ADAS ține seama în planificarea unor venituri care să facă tot mai cunoscut procesul intern de planificare. Putem da un exemplu în sensul promovării de către ADAS a diferitelor feluri de asigurări facultative auto care asigură o serie de riscuri, altele decît cele cuprinse în cadrul asigurării prin efectul legii de răspundere civilă auto: pentru avarii auto-casco, accidente de circulație, incendii, calamități, furt, alte accidente, participare la concursuri, întreceri sau antrenamente.

Aplicînd tehnici de cercetare operațională și statistică matematică se poate determina și cunoaște legea de apariție a „perturbațiilor" în sistem. Exemplificăm în figura 2 tratarea ca intrare în sistem planificată a vectorului C. Ieșirea din sistem în acest caz este M — sumele asigurate la dispoziția ADAS.

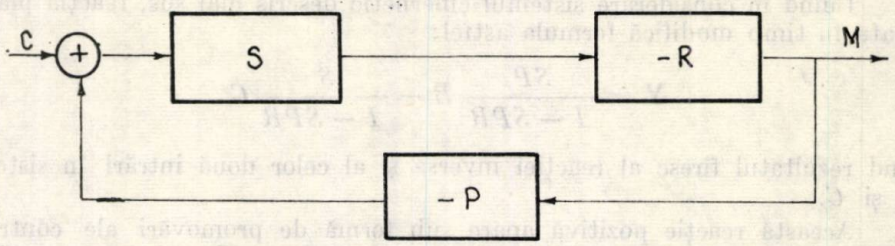


Fig. 2: SISTEMUL CIBERNETIC AL ASIGURARILOR PLATITE CATRE POPULATIE

În acest caz cunoscîndu-se legitățile de formare ale componentelor vectorului C (sume asigurate plătite concomitent cu unele indemnizații) se pot obține elementele vectorului M care apare ca obiectiv planificat în funcție de intrarea C și procesul de reglare al sistemului ADAS.

Formula sintetică a procesului descris în figura 2 este:

$$M = \frac{-SR}{I - SRP} C.$$

Prin profilul și structura de organizare, ADAS își aduce contribuția la dezvoltare echilibrată a tuturor zonelor țării, a ridicării gradului de civilizație a tuturor județelor și localităților patriei, al întregului nostru popor.

1.IX.1979

MATEMATICA

1. Să se determine toate soluțiile sistemului

$$x^3 + y^3 = 7, \quad 2x + y = 3.$$

2. Să se rezolve ecuația logaritmică

$$\frac{4}{\log_2 x} - \frac{1}{\log_2 x - 1} = 1.$$

3. Să se determine numerele reale m și n astfel încît ecuația

$$x^4 - x^3 - 2x^2 + mx + n = 0$$

să admită rădăcinile $x_1 = 1$ și $x_2 = 2$ și apoi să se găsească și celelalte rădăcini x_3 și x_4 ale ecuației.

4. Să se studieze variația și apoi să se traseze graficul funcției $f: R \to R$ definită prin

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{1}{(x+1)(x+2)} & \text{dacă } x \neq -1 \text{ și } -2, \\ 1 & \text{dacă } x = -1, \\ 2 & \text{dacă } x = -2. \end{cases}$$

5. Se consideră funcția $f: R \to R$ definită prin

$$f(x) = \sqrt{1 + x^2} + mx,$$

unde m este un parametru real.

a) Să se determine m astfel încît $\lim\limits_{x \to \infty} \dfrac{f(x)}{x} = 3$.

b) Pentru $m = 2$, să se calculeze $\int_0^1 xf(x)\, dx$.

STATISTICĂ

1. Serii dinamice: Felurile și indicatorii seriilor dinamice. Exemple de calcul.

2.2.1. Felurile observării statistice

2.2. Serii statistice

2.3. Muncitorii din secția unei întreprinderi se grupează după mărimea producției zilnice obținute astfel:

Grupe de muncitori după producția zilnică obținută (bucăți)	Numărul muncitorilor
Sub 20	5
20—30	9
30—40	14
40—50	20
50—60	40
60—70	25
70—80	17
peste 80	10

Se cere: a) producția medie zilnică;
b) indicatorii sintetici ai variației;
c) reprezentarea grafică a seriei de repartiție.

BAZELE PROGRAMĂRII CALCULATOARELOR

1. Să se rezolve următoarele exerciții FORTRAN:

a) Se consideră secvența de instrucțiuni:

```
      6 7
      |  DIMENSIØN A(3,2), B(3), C(4)
      |  INTEGER D(2), E
      |  EQUIVALENCE (A(1,2), B(1))
      |  DATA A, C/O1, 4*1·5, 3·, 4·2,
     *|  'EXA', 'ME', 'N'/,D/5/
```

— Desenați schema de rezervare a memoriei.
— Indicați valorile inițiale ale fiecărei variabile.

b) Se dă secvența:

```
      READ (105,100) (X(I), Y(I),I = 1,5), W·Z
  100 FØRMAT (7X, 4(F5·2,2X)/F6·3,F5·2)
```

— Desenați structura înregistrărilor din cartelele citite (poziționarea variabilelor în cîmpurile cartelelor).

c) Se dau variabilele: X1, X2, X3, X4, I. Scrieți secvența de instrucțiuni pentru calculul valorilor lui X definit astfel:

$$X = \begin{cases} X1 & \text{dacă } I = 2 \\ X1 - X2 & \text{dacă } I = 1 \\ X2 + \sqrt{X3} + X4 & \text{dacă } I = 3 \end{cases}$$

d) Fie X și Y doi vectori reali cu N și respectiv M componente. Știind că $X(I) < X(I + 1)$ pentru $I = 1, 2, ..., N - 1$ și $X(1) < X(J) < X(N)$ pentru $J = 1, 2, ..., M$, scrieți un subprogram pentru numărarea în vectorul întreg F a valorilor lui Y cuprinse în intervalele $(X(I), X(I + 1)]$, $I = 1, 2, ..., N - 1$.

2. Să se rezolve următoarele exerciții CØBØL:

a) Scrieți fraza SELECT pentru fișierul cu numele FDISC organizat secvențial — indexat, în acces direct, știind că articolul are cheia R—CHEIE și cheia simbolică este S—CHEIE;

b) Știind că numele articolului pentru fișierul FDISC dat la punctul a) este INREG-4, să se precizeze instrucțiunea completă care realizează adăugarea unui articol în acest fișier;

c) Folosind clauza REDEFINES să se descrie zonele:

```
01 ZONA —1.
02 A   PIC 9(5).
02 B   PIC X(10).
02 C   PIC X(20).
02 Y   PIC X(15).
02 W   PIC X(10).
02 T   PIC X(5).
```

astfel încît cîmpurile B, C și respectiv Y, W și T să ocupe aceeași zonă de memorie.

d) Se consideră trei zone de memorie ; VAL, DIF-POZ și DIF-NEG. Scrieti secvența de program care atribuie zonei DIF-NEG conținutul zonei VAL dacă acesta este negativ sau a zonei DIF-POZ dacă VAL are conținut pozitiv. În cazul în care VAL are conținutul 0(zero), în zonele DIF-POZ și DIF-NEG se vor muta spații.

e) Se consideră vectorul vînzărilor lunare dintr-un produs. Vectorul se numește VZ și are 12 componente. Să se scrie secvența de program, folosind instrucțiunea PERFORM, pentru calculul vînzărilor totale. Numele zonei de memorie în care se calculează totalul vînzărilor este denumit TOTAL-1

3) Să se rezolve următoarele exerciții COBOL:

a) Folosind numai instrucțiunile ADD, SUBTRACT, DIVIDE, MULTIPLY, să se calculeze expresiile:

$$A: = A + B + C + D$$

$$A: = B + C + D$$

$$A: = A - B - C - D$$

$$A: = (B: C): D$$

$$A: = B \cdot C \cdot D.$$

unde A, B, C, D sînt zone de memorie considerate definite. Nu se vor mai defini alte zone de memorie.

b) Se consideră următoarele elemente:

Valoarea datei	Șablon pentru editare
6425	99B99
1035	Z(4)
0035	Z999
+75	+++9
16,10	9(4)

Scrieți în dreptul fiecăruia, șirul de caractere care se va imprima.

c) Se consideră secvența:

IF A > B IF X > 7 MØVE 5 TØ E ELSE MØVE 6 TØ E ELISE IF X < 3 MØVE 7 TØ E ELSE MØVE 8 TØ E.

Ce valoare are E pentru:

$$A = 5;\ B = 3;\ X = 5$$

și pentru

$$A = 3;\ B = 5;\ X = 0.$$

d) Se consideră o zonă de memorie descrisă prin:

77 ALFA PIC X (13).

al cărui conținut este: * COMANDA * 1 * 5 * . Să se scrie instrucțiunea prin care se înlocuiesc toate asterixurile cu spații.

e) Se consideră un fișier pe cartele denumit FCART. Scrieți toate instrucțiunile dintr-un program de consultare a acestui fișier în care apare denumirea FCART.

ECONOMIE POLITICĂ

1. Proprietatea socialistă asupra mijloacelor de producție.

2. a) Definiți obiectul economiei politice

b) Prezentați pe scurt structura costului de producție pe elemente de cheltuieli primare și arătați în ce constă importanța cunoașterii ei.

c) Enumerați trăsăturile gestiunii economice.

d) Definiți circuitul economic mondial.

CONTABILITATE

1. Contul: necesitate, structura (elementele) și forma lui.

2. Conturile de colectare și de repartizare a cheltuielilor: conținutul, funcția economică și contabilă; aplicații practice cu sume privind colectarea și repartizarea cheltuielilor.

3. Să se înregistreze sub forme de articole contabile și în conturi următoarele operații economice:

a) darea în folosință la secțiile principale de producție a unor obiecte de inventar în valoare de 10 000 lei, înregistrarea uzurii calculată după metoda integrală și scoaterea lor din folosință;

b) obținerea din producția de bază a unor produse avînd contul planificat de 50 000 lei, decontarea costului efectiv în sumă de 48 000 lei și stabilirea diferenței aferente;

c) beneficiile obținute din activitatea de bază la sfîrșitul lunii în sumă de 200 000 lei și vărsarea la bugetul statului a sumei de 80 000 lei și la organul ierarhic superior 40 000 lei;

d) lipsurile de materiale constatate la inventariere la depozitul central al întreprinderii în sumă de 4 000 lei din care 3 000 lei scăzăminte legale și 1 000 lei din vina gestionarului ; suma imputată se reține din retribuții.

FIZICĂ

1. O locomotivă de 196 tone se deplasează cu viteza de 72 Km/h^{-1} pe o linie curbă cu raza $r = 800$ m. Se cere:

a. Energia cinetică a locomotivei;

b. Forța centrifugă care ia naștere (acționează asupra locomotivei);

c. Supraînălțarea șinelor pentru a împiedica deraierea locomotivei. Accelerația gravitațională este $g = 10\ m/s^{-2}$.

2. Un motor electric cu randamentul $\eta = 0{,}8$ furnizează o putere utilă $P_u = 8{,}8$ kW fiind alimentat la o tensiune continuă $U = 220$ V.
Se cere:

a. Puterea consumată de motor;

b. Intensitatea curentului electric care trece prin rezistența motorului;

c. Rezistanța electrică a motorului.

3. Un circuit de curent alternativ este compus dintr-o bobină cu rezistența activă de 2Ω și rezistența inductivă de 170Ω legată în serie cu un condensator care are reactanța capacitivă de 105 Ω. Acest circuit este alimentat la o tensiune de 110 V cu frecvența 50 Hz. Se cer:

a. Reactanța circuitului;

b. Intensitatea curentului electric în circuit;

c. Inductanța bobinei și capacitatea condensatorului.

4. Să se enunțe:

a. Principiul lui Huygens;

b. Legea inerției (prima lege a dinamicii);

c. Legile frecării.

5. Să se scrie, indicînd semnificația fizică a mărimilor care intervin:

a. Expresia forței lui Coulomb;

b. Expresia forței Lorentz (Acțiunea cîmpului magnetic asupra particulelor electrizate aflate în mișcare);

c. Expresia împedanței unei bobine, în curent alternativ, a cărei rezistență este R și inductanță I.

GEOGRAFIA

1. Caracterizarea geografică a litoralului Mării Negre între brațul Sf. Gheorghe și Vama Veche.
2. Geografia industriei extractive a minereurilor feroase și siderurgia.

MERCEOLOGIE ȘI TEHNICA VÎNZĂRII MĂRFURILOR

1. Carnea: Structura anatomică, compoziția chimică, valoarea alimentară; modificările biochimice ce se produc în carne și caracteristicile organoleptice ale cărnii.
2. Articole de încălțăminte: clasificarea, sortimentul și verificarea calității articolelor de încălțăminte.

Academician profesor Manea Mănescu

CIBERNETICA ECONOMICĂ

Editura Academiei R.S.R., Bucureşti, 1979

Sintetizînd rezultatele studiilor şi cercetărilor efectuate pe parcursul unei perioade de aproape trei decenii în domeniul ciberneticii economice, Academicianul profesor Manea Mănescu a publicat recent în Editura Academiei R.S.R. monografia „Cibernetica economică". Această lucrare, de înaltă ţinută ştiinţifică şi de o certă valoare teoretică şi practică, are meritul de a acoperi un gol în literatura economică de specialitate din ţara noastră, contribuind la dezvoltarea ştiinţei conducerii, la activitatea practică de fundamentare a deciziilor, de optimizare a producţiei şi gestiunii economice, de elaborare a prognozelor şi planurilor de dezvoltare economico-socială atît la nivel micro cît şi la nivel macroeconomic. Marea diversitate a problemelor construcţiei societăţii socialiste multilateral dezvoltate în ţara noastră este abordată de autor pe baza investigării într-o concepţie sistemică a topologiei sistemului cibernetic general al economiei naţionale, concept cibernetic ce exprimă dimensiunea, structura şi complexitatea conexiunilor directe şi inverse dintre componentele economiei noastre naţionale.

Primele şapte capitole sînt rezervate prezentării şi fundamentării conceptelor, metodelor şi tehnicilor ciberneticii economice, dovedind, prin modul în care sînt tratate, abordarea originală îmbinată cu preocuparea pentru punerea în valoare a valenţelor de utilizare a acestora în procesul conducerii economice. În următoarele capitole autorul analizează topologia fiecărei componente a sistemului cibernetic al economiei naţionale, conexiunile acestuia cu celelalte componente, prezentîndu-se în acelaşi timp modele cibernetico-economice de creştere a acestora.

Rolul ciberneticii ca factor activ al progresului general al societăţii este prezentat în capitolul unu. Instrument al perfecţionării conducerii planificate a procesului de creştere economică optimă, cibernetica economică completează ansamblul cercetării ştiinţifice cu noi metode de investigaţie, contribuind în acelaşi timp la îmbogăţirea tehnicilor de elaborare şi fundamentare a modelelor strategice de dezvoltare economico-socială planificată, a metodelor decizionale de creştere optimă a producţiei. Ca metodă de bază a ciberneticii economice, abordarea sistemică a economiei naţionale a apărut ca o necesitate obiectivă generală de amplificare continuă a complexităţii vieţii sociale, a dezvoltării rapide a forţelor de producţie, a adîncirii diviziunii naţionale şi internaţionale a muncii.

Analizînd proprietăţile sistemelor cibernetico-economice, se pune în centrul întregii analize conceptul dialectic de conexiune, exprimînd astfel legăturile prin care sînt conectate şi se intercondiţionează componentele sistemului pe baza fluxurilor de forţă de muncă, materiale,

energetice, informaţionale şi financiare. În capitolul doi, după ce sînt analizate conceptele de conexiune şi conexiune inversă se reprezintă sub formă ecuaţională mecanismul de reglare pe baza legii conexiunii inverse. Conceptul de sistem cibernetico-economic este definit cu ajutorul următoarelor elemente: mulţimea elementelor sistemului, mulţimea de definiţie a conexiunilor, mulţimea componentelor economiei naţionale ce se află în conexiune cu sistemul analizat, mulţimea componentelor economiei naţionale conectate cu sistemul, spaţiul de intrare în sistem, cel de ieşire din sistem, funcţiile vectoriale care redau dependenţa funcţională dintre intrări şi ieşiri şi cele care dau evoluţia stărilor sub acţiunea intrărilor.

Sistemul cibernetic general al economiei naţionale definit în capitolul trei are ca elemente de bază toate sistemele şi subsistemele economiei naţionale. Structura sistemului cibernetic general este extrem de complexă, avînd un mare număr de componente, grupate atît pe verticală, în structuri ierarhice, cît şi pe orizontală, în profil teritorial.

Eficienţa tuturor activităţilor ce se desfăşoară în cadrul sistemului cibernetic general al economiei naţionale este apreciată pe baza contribuţiei pe care acestea o aduc la creşterea venitului naţional, a avuţiei naţionale şi a bunăstării naţiunii.

Concepte de mare generalitate filozofică, cum sînt spaţiul şi timpul sînt definite în specificitatea pe care o conferă domeniul economic. Astfel, în capitolul patru, spaţiul economic şi timpul economic sînt introduse ca principale coordonate în modelarea cibernetico-economică a procesului dezvoltării optime. Spaţiul economic reflectă totalitatea fenomenelor ce au loc în cadrul mecanismului economic, raporturile şi interdependenţele ce se formează între componentele sistemului economiei naţionale în procesul complex al dezvoltării acestora. Timpul economic redă imaginea generalizată a duratei de desfăşurare a proceselor economice, a intervalelor dintre ele.

Coordonatele spaţiului economiei naţionale, cuantificate prin intermediul parametrilor care caracterizează procesul creşterii economice optime, echilibrate şi proporţionale, reflectă rezultatele tuturor activităţilor economice desfăşurate de componentele sistemului cibernetic general, precum şi de potenţialul lor de creştere.

Categoria de timp economic reflectă totalitatea raporturilor de succesiune sau de simultaneitate a proceselor şi fenomenelor economice, durata şi ritmurile activităţilor ce au loc în cadrul sistemelor cibernetico-economice, sintetizînd dinamismul dezvoltării economico-sociale.

De asemenea, este analizat conceptul de timp economic optim, care ia în considerare succesiunea şi sincronizarea optimă a tuturor activităţilor şi proceselor caracteristice desfăşurate de componentele sistemului economiei naţionale.

Investigarea proprietăţilor dinamice ale traiectoriilor prospective de creştere economică, a legilor de mişcare a sistemelor cibernetico-economice în spaţiul economiei naţionale a impus dezvoltarea unei noi ramuri a ciberneticii economice — logistica economică — ale cărei metode şi tehnici sînt prezentate în capitolul cinci. Astfel, autorul ana-

lizează pe larg conceptele de optim dinamic, plajă de traiectorii optime, precum și mecanismul de asigurare a procesului creșterii sistemelor cibernetico-economice pe plaja de traiectorii planificate.

O altă ramură nouă a ciberneticii economice și anume „Economia cuantică" prezentată în capitolul șase analizează probleme privind legile echilibrului dinamic în spațiul economiei naționale, proprietățile entropice și cele gravitaționale, reliefînd totodată modul specific de acțiune a fenomenului de programare și a celui de antrenare, precum și mecanismul de formare și manifestare a reflexelor condiționate în economie. Legile și proprietățile studiate de economia cuantică au în vedere fundamentarea algoritmilor de dirijare și reglare a sistemelor cibernetico-economice, a cuantificării condițiilor care asigură permanența echilibrului dinamic al traiectoriilor de creștere din spațiul economiei naționale. Pe baza unei analize științifice a traiectoriilor de evoluție a sistemelor cibernetico-economice autorul pune în evidență faptul că aceste traiectorii reprezintă o rezultantă vectorială a trei componente care caracterizează mișcarea în spațiul economiei naționale: trendul, mișcarea ondulatorie, componenta aleatorie. De asemenea, se definește conceptul de entropie a spațiului probabilistic de creștere, concept care reflectă dinamismul sistemelor cibernetico-economice. Modul de definire a conceptului de entropie a permis reprezentarea ecuațională a fenomenelor gravitaționale din spațiul economiei naționale, obținîndu-se totodată reprezentări matematice care permit cuantificarea intensității forței de antrenare, respectiv a forței gravitaționale a sistemelor cibernetico-economice.

Un instrument științific de cunoaștere a mecanismului de creștere a componentelor sistemului economiei naționale îl reprezintă modelarea cibernetico-economică a cărei prezentare este făcută în capitolul șapte. O atenție deosebită s-a acordat atît clasificării modelelor cibernetico-economice cît și genezei preocupărilor de cuantificare și modelare a proceselor economice.

Sistemul cibernetic general al economiei naționale a fost structurat în mod logic în 12 componente fundamentale (sistemul unic de conducere, comandă, control, reglare și autoreglare; sistemul informațional economic; sistemul productivității muncii; sistemul eficiență-rentabilitate; sistemul financiar și de prețuri; sistemul populației și al forței de muncă; sistemul cercetării științifice și dezvoltării tehnologice; sistemul producției materiale și al serviciilor; sistemul relațiilor economice internaționale; sistemul produsului social și al venitului național; sistemul avuției naționale; sistemul bunăstării națiunii), grupate în trei mari grupe: sisteme de sinteză, sisteme efectorii și sisteme final-cumulative. În această structură, un rol important revine sistemului unic de conducere, comandă control, reglare, autoreglare (capitolul opt), sistem care concentrează și prelucrează principalele elemente obținute prin soluționarea modelelor de creștere a tuturor sistemelor din spațiul economiei naționale. Variabilele de ieșire ale modelului conducerii reprezintă parametrii decizionali care definesc coordonatele traiectoriilor de evoluție a sistemelor în zona progresului general. Sinteza co-

menzii optime a modelului cibernetico-economic al conducerii o reprezintă ecuația logistică a conducerii. Coordonatele traiectoriilor de creștere economică optimă, echilibrată și proporțională sînt reliefate de ecuația viitorului, rezultată de asemenea din sinteza soluției optime a modelului conducerii.

Analiza sistemului productivității muncii (capitolul 10) scoate în evidență faptul că productivitatea muncii reprezintă izvorul creșterii continue a venitului național și a avuției naționale și, pe această bază, creșterea bunăstării națiunii, a nivelului de trai material și cultural.

Elaborarea modelelor cibernetico-economice ale sistemului eficiență-rentabilitate (capitolul 11) permite identificarea soluțiilor, asigură creșterea eficienței tuturor compartimentelor economiei naționale. Astfel, autorul prezintă modele cibernetico-economice pentru optimizarea utilizării resurselor, pentru utilizarea optimă a capacităților de producție, pentru organizarea eficienței investițiilor ș.a.

Analiza sistemului financiar și de prețuri (capitolul 12) evidențiază rolul crescînd al acestui sistem în condițiile perfecționării mecanismului economic, al creșterii eficienței tuturor activităților din spațiul economic.

Între conexiunile complexe din cadrul sistemului cibernetic general al economiei naționale un loc important îl ocupă sistemul populației și al forței de muncă (capitolul 13), sistem hotărîtor pentru asigurarea procesului creșterii tuturor celorlalte componente datorită faptului că oamenii muncii sînt făuritorii tuturor bunurilor materiale și spirituale, aceștia avînd rolul decisiv în desfășurarea tuturor activităților social-economice.

O atenție deosebită este acordată și problemelor legate de funcționarea optimă a sistemului cercetării științifice și dezvoltării tehnologice (capitolul 14) a sistemului producției materiale și al serviciilor (capitolul 15), a sistemului relațiilor economice internaționale (capitolul 16).

O legătură foarte puternică există între modelul logistic al conducerii și modelul economico-matematic de repartizare optimă a venitului național pentru acumulare și consum prezentat în capitolul 17.

Ecuația de creștere a avuției naționale (capitolul 18) — reprezentare cibernetică de puternică sinteză — reflectă procesul creșterii optime a componentelor sistemului avuției naționale. Această ecuație pune în evidență eficiența tuturor activităților desfășurate în spațiul economiei naționale și potențialul de creștere a sistemului cibernetic general.

Sistemul bunăstării națiunii, prezentat în capitolul 19, sintetizează prin ecuația creșterii bunăstării națiunii, finalitatea tuturor traiectoriilor de creștere a sistemelor din spațiul economiei naționale, efectul acestora asupra creșterii nivelului de trai material și cultural al populației — țelul fundamental, rațiunea supremă a întregii politici de dezvoltare dinamică și accelerată a economiei naționale.

Pentru fiecare sistem component al sistemului cibernetic general al economiei naționale au fost elaborate modele economico-matematice care pe de o parte descriu comportamentul și funcționalitatea acestora în cadrul mecanismului de creștere economică optimă, echilibrată

și proporțională, ceea ce permite elaborarea scenariilor de creștere economică, iar pe de altă parte, pun în evidență conexiunile cu celelalte sisteme din spațiul economiei naționale.

În ultimul capitol al lucrării autorul prezintă principiile care stau la baza sintetizării modelelor economico-matematice ale componentelor sistemului economiei naționale într-un sistem integrat de modele.

Analiza cibernetică a multiplelor și complexelor fenomene și procese ce caracterizează creșterea economică, analiză realizată într-o viziune sistemică, materialist dialectică, scoate în evidență spiritul științific al autorului — cunoscător al realității economice din țara noastră.

Această lucrare îmbogățește literatura națională de specialitate, punînd totodată la dispoziția specialiștilor și a studenților un amplu material privind cibernetica economică, metodele, mijloacele și tehnicile ei de investigare, conceptele și categoriile prin care, cu ajutorul ei, se poate fundamenta optimul în analiza economică. Tratatul de „Cibernetică economică" va contribui la dezvoltarea cercetării economice, la extinderea aplicării metodelor și tehnicilor de cibernetizare a activității economice, la perfecționarea în continuare a metodelor de conducere și planificare a economiei naționale.

Prof. dr. P. Constantinescu

I. Văduva, V. Baltac, V. Florescu, I. Floricica

PROGRAMAREA STRUCTURATĂ

Editura Tehnică

Este îndeobște recunoscut în rîndul specialiștilor rolul covîrșitor al activității de programare pentru folosirea cu eficiență mereu crescîndă a tehnicii electronice în conducerea cibernetizată a proceselor de producție, programarea producției, raționalizarea lucrărilor de evidență și de calcul. Lucrarea recenzată se înscrie pe linia perfecționării activității de programare, oferind utilizatorilor calculatoarelor electronice folosirea unei noi tehnici pentru elaborarea de programe eficiente și fiabile — tehnica programării structurate.

Prin conținutul ei metodologic și practic lucrarea se adresează atît practicienilor, prin faptul că pune la îndemîna acestora un instrument de raționalizare și unificare a activității de concepere, realizare, documentare și întreținere a produselor program, cît și cadrelor didactice și studenților interesați în găsirea celor mai adecvate forme de apropiere a cunoștințelor privind programarea calculatoarelor electronice.

În primul capitol, intitulat „Particularități și limite ale programării clasice" se prezintă aspectele esențiale ale programării clasice și se scoate în evidență faptul că modul actual de programare, cu caracter artizanal, bazat mai mult pe intuiție și experiență nu mai reușește să satisfacă cerințele tot mai mari de noi produse software pentru diverse aplicații economice.

Ca limite ale programării clasice se amintesc: absența unei coordonări efective, urmărirea greoaie a stării de avansare a lucrărilor unui proiect, imposibilitatea planificării programelor, fragilitatea programelor, dificultatea comunicării programelor, dificultatea aplicării unor metode de organizare a muncii etc.

În capitolul al doilea, autorii tratează problema proiectării și realizării modulare a sistemelor de programe.

Se analizează etapele descompunerii unui program complex sau sistem informatic în unități (module) relativ independente, ușor de manipulat și testat. Se precizează că modularizarea trebuie aplicată atît la nivelul descrierii acțiunilor, cît și la cel al descrierii datelor. În final se discută avantajele programării modulare privind calitatea și flexibilitatea programului, standardizarea programării prin crearea de biblioteci de module comune mai multor tipuri de aplicații, programarea colectivă etc.

Metoda programării structurate este tratată în mod amănunțit în capitolul III. Se descrie abordarea „top-down" de concepere a programelor și se prezintă noul procedeu de reprezentare grafică atît a structurii programelor cît și a etapelor de concepere a acestora — *arborele de programare*. În ceea ce privește organigrama, care continuă să rămînă procedeul tradițional de reprezentare a programelor, se exem-

plifică modul de structurare a ei prin metoda duplicării codului, a variabilei de stare sau introducerea de variabile booleene auxiliare. Tot în acest capitol se analizează problema validării programelor și se accentuează că programarea structurată conduce la obținerea de programe fiabile, iar demonstrarea corectitudinii acestora este mult facilitată. Ca o concluzie se precizează că programarea structurată constituie un pas important pe linia raționalizării activității de programare, analizîndu-se avantajele acesteia în raport cu programarea clasică.

Pentru a spori utilitatea lucrării, în capitolul IV se tratează problema elaborării de algoritme de prelucrare a datelor organizate în structuri de fișier. Astfel se face un prim pas pe calea standardizării activității de concepere și realizare a programelor ce lucrează cu structuri de fișier.

Algoritmii prezentați pe tipuri de operații realizează finalizarea principalelor operații la care sînt supuse fișierele în procesul prelucrării.

În următoarele două capitole se prezintă modul de realizare a programelor structurate în condițiile utilizării limbajelor COBOL și FORTRAN. Opțiunea autorilor a avut în vedere în primul rînd aria largă de răspîndire și implicit de utilizare a acestor limbaje.

Se remarcă în mod deosebit faptul că privind problemele corespondențelor între structuri standard de control și instrucțiunile COBOL și respectiv FORTRAN de realizare, autorii fac unele referiri și propuneri de extindere în vederea îmbunătățirii performanțelor acestora. Aceste propuneri se concretizează în macro-instrucțiuni COBOL și respectiv FORTRAN care, prin post-evaluare, sînt traduse în instrucțiuni de programare specifice fiecărui limbaj.

Enunțurile și demonstrațiile teoretice sînt susținute de numeroase exemple de programe din practica economică.

Prin modalitatea de structurare și prezentare aceste două capitole reprezintă totodată un ghid prețios pentru programatori.

În finalul lucrării se prezintă principalele aspecte privind organizarea și îmbunătățirea activității de programare prin folosirea unor metode moderne printre care amintim: „echipa programatorului șef"; „metoda HIPO" etc.

O atenție deosebită este acordată integrării controlului de calitate în tehnologia activității de programare. În acest sens se prezintă indicatorii statistici care cuantifică efectele utilizării noilor metode de organizare și desfășurare a programării.

În ansamblu lucrarea se distinge printr-o prezentare clară a tehnicii abordate, o succesiune logică a capitolelor precum și a problemelor din cadrul acestora.

Lucrarea atinge cel puțin două obiective: formarea unor deprinderi și a unui nou mod de a gîndi în programare; cristalizarea unei metodologii, fundamentată științific, capabilă să guverneze munca de programare.

Răspunzînd în mod original actualelor preocupări pe linia standardizării și industrializării activității de elaborare a produselor-program, cartea constituie totodată o lucrare de pionerat în teoria și practica programării din țara noastră.

Prof. dr. L. Tövissi

L. Tövissi, E. Scarlat, Al. Taşnadi

METODE ŞI MODELE ALE ANALIZEI ECONOMICE STRUCTURALE

Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1979

Apariţia recentă a lucrării recenzate constituie o reuşită realizare ştiinţifică, de o deosebită valoare teoretică şi aplicativă în domeniul utilizării analizei sistemice, a metodelor şi modelelor structurale în investigarea şi proiectarea sistemelor economice, atît la nivel macro cît şi la nivel microeconomic.

În actualele condiţii ale revoluţiei tehnico-ştiinţifice contemporane, a amplificării fără precedent a complexităţii fenomenelor şi proceselor social-economice, metodele şi tehnicile de analiză şi modelare structurală creează premisele optimizării activităţii de proiectare ştiinţifică a sistemelor economice, de analiză a structurii, funcţionalităţii şi comportamentului acestora.

Bazat pe o îndelungată experienţă practică a autorilor, amplul material conţinut în lucrare este structurat pe şapte capitole.

Primele două capitole (Structura sistemelor economice; Analiza economică structurală) sînt dedicate prezentării conceptelor fundamentale ale analizei structurale.

Totodată, sînt analizate critic, de pe poziţiile materialist-dialectice, principalele direcţii apărute pe plan mondial în domeniul analizei sistemice şi a metodelor structurale. Se face o analiză critică a raportului dintre teoria structuralistă şi metoda structurală, prezentîndu-se avantajele şi limitele utilizării metodei structurale în economie.

Este de remarcat caracterul aproape exhaustiv al sintezei elaborate, din care nu lipsesc, bineînţeles, referiri la lucrările consacrate ale lui L. von Bertalanffy, M. Mesarovic ş.a.

Un loc important în cadrul lucrării ocupă prezentarea realizărilor româneşti în domeniul ciberneticii economice, a lucrărilor fundamentale elaborate de Academician profesor Manea Mănescu.

În concepţia adoptată de autori sistemul economiei naţionale apare prin prisma metodei structurale ca un sistem cu multistructură, în cadrul ei evidenţiindu-se structura de producţie, structura organizatorică şi structura de conducere. Autorii evidenţiază rolul determinant ce revine structurii de producţie în asigurarea unităţii şi fundamentării optime a întregului complex al economiei naţionale.

Un loc important este rezervat analizei conexiunilor directe şi inverse ce se formează între cele trei mari categorii de structură a economiei naţionale, evidenţiindu-se factorii care determină modificările în dina-

mică a structurilor: nivelul de dezvoltare economică, progresul tehnico-științific, utilizarea eficientă a resurselor, volumul și eficiența schimburilor economice internaționale, adîncirea diviziunii internaționale a muncii ș.a.

Totodată, autorii investighează problema complexă a creșterii economice, abordată prin prisma analizei structurale.

Autorii evidențiază faptul că, prin însăși natura lor, sistemele economice sînt prin excelență dinamice, analiza științifică a evoluției relațiilor și intercondiționării acestora fiind posibilă pe baza metodei sistemice, inclusiv a metodei structurale, axată pe o formalizare matematică adecvată.

În cel de-al III-lea capitol al lucrării se prezintă metode și tehnici de analiză vectorială a structurilor economice, precum și a modificărilor structurale. Sînt definite și ilustrate pe bază de date concrete proceduri automate de calcul a categoriilor cu care se lucrează în analiza structurală, cum sînt lungimea vectorului descriptiv de structură, devierile structurale și distanța dintre vectorii de structură, elemente de bază ce facilitează introducerea unor indicatori de apreciere a caracteristicilor structurale ale proceselor și fenomenelor economice.

În capitolul următor se studiază structura sistemelor de producție pe baza metodelor matriceale și a teoriei grafelor. De asemenea se introduc modele liniare de analiză a dinamicii structurale în economie. Abordarea teoretică, de un nivel științific elevat, este însoțită de numeroase exemplificări practice, la nivel micro și macroeconomic, precum și de o serie de algoritmi originali integrați în cadrul unui sistem automat de analiză structurală.

Capitolul al V-lea al lucrării este rezervat analizei calitative a structurii, pe baza mărimilor entropice ce le caracterizează, cu evidențierea schimbărilor structurale ce intervin în dinamica sistemelor economice.

Expunerea deosebit de riguroasă din punct de vedere matematic aduce numeroase contribuții originale în investigarea perfecționabilității structurale a sistemelor economice pe baza utilizării măsurilor entropice în evaluarea eficienței fiecărei stări. Este argumentată abordarea informațională a structurii sistemelor economice ierarhice, element deosebit de important pentru analiza modului de planificare, organizare și conducere a sistemelor economice.

Ținînd seama că majoritatea conexiunilor ce se formează în cadrul structurilor sînt de natură informațională, rezultă importanța deosebită a metodelor originale elaborate de autori pentru analiza structurilor economice pe baza metodelor informaționale.

Cel de-al VI-lea capitol al lucrării reliefează efectul de propagare a modificărilor structurale în cadrul producției sociale, asupra diverșilor indicatori sintetici utilizați în statistica social-economică. Sînt abordate într-un mod interesant și original aspecte ale sensibilității indicelui de structură, modificările de structuri teritoriale ș.a.

Ultimul capitol al lucrării este consacrat problematicii complexe a optimizării sistemelor economice sub cele trei aspecte, respectiv a structurii de producție, a celei organizatorice și a celei de conducere,

în vederea realizării simultane a optimului structural și comportamental. Sînt prezentate în final o serie de rezultate de vîrf obținute pe plan mondial (M. Mesarovic, L. Lasdon, H. Tamura) și se propun reflecției cîteva probleme legate de raportul dintre optimul economic și cel structural, criteriile optimului structural ș.a.

Considerăm că prezenta lucrare, prin multiplele sale valențe teoretice și practice, prin numeroasele elemente originale, rod al unei îndelungate investigații științifice și experiențe practice a autorilor, constituie o convingătoare pledoarie pentru utilizarea metodelor și modelelor analizei structurale în economie.

Utilizarea unui aparat matematic modern, ilustrarea densă a teoriei cu exemple din practica economică, stilul clar și concis, fac din prezenta lucrare un material de referință pentru o gamă largă de specialiști din domeniul planificării, informaticii și ciberneticii, a celor ce își desfășoară activitatea în domeniul analizei și proiectării sistemelor economice.

Dr. M. Altăr
A. Bădescu

CONTENTS

I. SACUIU
On a Concordance Criterion 5
CS. FABIAN, DORINA POPESCU
Application of Benders' Decomposition Principle to Solving an Efficient Scheduling Model of Production 11
M. COCAN
An Algorithm for Ascertaining the Shortest Path in a Graph.... 19
C. HÂRTU, CARLA SCHÄCHTER
Net Production Forecasting in the Main Branches of National Economy 27
AL. MIHĂILESCU
Determining the Cumulated Consumption of Raw Material Resources on the Product Unit 39
FLORICA LUBAN
Production Scheduling Models in an Welding Electrodes Section 47
G. CENUȘE
Sequences of Almost-Periodical Vectorial Random Variables 57
D. DRAFTA
Multi-Criteria Solving Method in Linear Programming.... 61
TATIANA CĂLIN
Algorithm of Decomposing an Angular Matrix..... 69
M. STOICA, G. ANGHELUȚA ....
A Constrained Transport Problem 79
M. PETRESCU
Application of Cybernetic Concepts to ADAS Activities.... 85

Critique and Bibliography

SOMMAIRE

I. SACUIU
Sur un critérium de concordance 5
CS FABIAN, DORINA POPESCO
Application du principe de la décomposition de Benders à la résolution d'un modèle de programmation opérative de la production 11
M. COCAN
Un algorithme pour déterminer le chemin le plus court dans un graphe 19
C. HÂRTU, CARLA SCHÄCHTER
La prévision de la production nette dans les branches principales de l'économie nationale 27
A. MIHAILESCO
La détermination de la consommation cumulée de ressources matérielles primaires par unité de produit 39
FLORICA LUBAN
Modèles de programmation de la production pour une section d'électrodes de soudure 47
GH. CENUȘE
Suites de variables aléatoires vectorielles presque périodiques. 57
D. DRAFRA
Méthode de résolution dans la programmation linéaire à plusieurs critères 61
TATIANA CĂLIN
Algorithme de décomposition d'une matrice de forme angulaire 69
M. STOICA, G. ANGHELUȚĂ
Un problème de transport à restriction 79
M. PETRESCO
Application des concepts de cybernétique dans l'activité de l'Administration des Assurances d'Etat 85

Critique et bibliographie

СОДЕРЖАНИЕ

И. СЭКУЮ
Об одном критерии соответствия 5
Ч. ФАБИАН, ДОРИНА ПОПЕСКУ
Применение принципа разложения, выработанного Бендерсом, при решении модели оперативного программирования производства 11
М. КОКАН
Алгоритм для определения кратчайшего пути в сетях 19
К. ХЫРТУ, КАРЛА ШЕКТЕР
Прогноз чистой продукций в основных отраслях народного хозяйства 27
АЛ. МИХЭИЛЕСКУ
Определение суммированного расхода первичных материальных ресурсов на единицу продукции 39
ФЛОРИКА ЛУБАН
Модель программирования производства в цехе, производящем электроды 47
Г. ЧЕНУШЕ
Ряды полуперёдичных вероятностных переменных 57
Д. ДРАФТА
Метод решения задач линейного программирования с несколькими критериями 61
ТАТИАНА КЭЛИН
Алгоритм разложения матрицы с уголной формой 69
М. СТОИКА, Г. АНГЕЛУТЭ
Транспортная задача с ограничениями 79
М. ПЕТРЕСКУ
Применение кибернетических категорий в деятельности государственных страховых учреждений 85

Критика и библиография

SUMARUL SUMARELOR

MANEA MĂNESCU
Modelarea cibernetico-economică 1 17

M. ALTAR
Model economico-matematic pentru determinarea planului optim de dezvoltare a unui sector industrial..... 1 39

I. VĂDUVA
Unele considerații statistice privind analiza fiabilității în cazul multidimensional 1 55

AL. POPOVICI
Un model stohastic markovian al formării ratei mijlocii a profitului și a prețului de cost..... 1 67

C. TOADER
Cercetări de interferență statistică pentru variabile aleatoare supuse unor repartiții statistice de ordin p..... 1 89

MANEA MĂNESCU
Sistemul unic de conducere, control, reglare. Ecuația logistică a conducerii 2 5

L. TŐVISSI, I. IVAN, E. MOSCOVICI
Model global pentru o secție de producție..... 2 33

D. DRAFTA
Determinarea normelor de timp 2 39

L. SPIRCU
Tehnici de clasificare în optimizarea globală..... 2 51

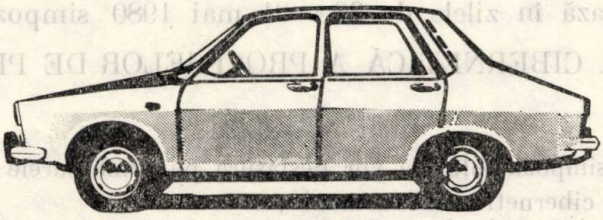
J. LŐRINCZI
Program pentru calculul prognozelor pe termen mediu și termen scurt 2 59

DINCA GHEBELEU, I. LUNGU
Model matematic pentru fundamentarea planului de producție la o secție de laminare 2 69

GH. CENUȘE, I. SACUIU
Șiruri de variabile aleatoare aproape periodice în probabilitate 2 77

GEORGIA HERA, DOINA FUSARU, P. GEORGESCU, V. GRIGOROVICI, P. GHELMEZ
Sistem de programare pentru proiectarea tehnologică și constructivă a navelor de mare tonaj..... 2 83

MANEA MĂNESCU
Partidul Comunist Român — centrul vital al conducerii unitare a dezvoltării economico-sociale a țării 3 5
E. NICULESCU-MIZIL
Modalități de analiză cibernetică a sistemului „Industria chimică" 3 31
M. BULGARIU
Sistemul informațional economic și conducerea economiei naționale 3 41
V. BIȚĂ
Reducerea efortului de realizare a sistemelor informatice prin folosirea proiectelor tip 3 53
C. BILCIU
Preocupări și rezultate în domeniul cibernetici economice. 3 67
V. PESCARU
Rolul băncilor de date în sistemele informaționale contemporane 3 71
M. ALTAR
Dinamica nevoilor sociale și creșterea economică 3 81
MANEA MĂNESCU
Sistemul informațional-economic. Modele cibernetico-economice ale sistemului 4 5
B. BEREANU
O abordare interactivă a complexității problemelor de optimizare 4 23
FLORICA LUBAN, V. DUMITRU
Asupra repartizării producției pe mașini prin programare matematică 4 43
N. COSTAKE
Cu privire la proiectarea și realizarea sistemului național de informatică al R. S. România 4 51
GH. BOLDUR
Asupra structurii logice a procesului decizional; aplicații la deciziile multi-criteriu 4 69
I. VĂDUVA, V. FLORESCU, I. BALTAC, I. FLORICICA .....
Considerații privind fiabilitatea și corectitudinea programelor 4 83
M. ANTONESCU
Un algoritm de clasificare folosit în repartizarea utilajelor unei secții 4 95



loto·pronosport

ATRIBUIE CÎȘTIGĂTORILOR autoturisme, bani și excursii în țară și peste hotare

ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE

FACULTATEA DE PLANIFICARE ŞI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

CATEDRA ŞI LABORATOARELE DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

Organizează în zilele de 29 — 31 mai 1980 simpozionul

MODELAREA CIBERNETICĂ A PROCESELOR DE PRODUCŢIE

Lucrările simpozionului se vor desfăşura pe următoarele secţiuni:

1. Modele cibernetice în economie;
2. Modele şi metode de optimizare în activitatea întreprinderilor;
3. Sisteme informaţionale şi informatice în economie. Programul simpozionului este următorul:

Joi 29 mai

ora 9,00— — deschiderea lucrărilor
ora 10,00—13,00 — comunicări în plen
ora 16,00—19,00 — comunicări pe secţiuni

Vineri 30 mai

ora 9,00—13,00 — comunicări pe secţiuni
ora 16,00—18,00 — comunicări pe secţiuni
ora 18,00—19,00 — închiderea lucrărilor

Sîmbătă 31 mai

ora 9,00—12,00 — vizitarea Laboratoarelor Catedrei de cibernetică economică. Prezentarea de realizări în domeniul ciberneticii şi informaticii economice

În speranţa că veţi participa la lucrările simpozionului vă mulţumim anticipat şi vă rugăm ca pînă la data de 10 aprilie a.c., să trimiteţi confirmarea participării dumneavoastră.

Dacă intenţionaţi să participaţi cu lucrare, vă rugăm ca împreună cu confirmarea de participare să trimiteţi şi rezumatul comunicării (maximum o pagină). În vederea multiplicării rezumatelor, acestea trebuie dactilografiate cît mai îngrijit, la două rînduri. Titlul lucrării se va scrie cu majuscule. În stînga sus se va trece numele autorului (autorilor), denumirea şi adresa unităţii.

Volumul cu rezumatele lucrărilor simpozionului (cele trimise în termen) va putea fi procurat la deschiderea simpozionului.

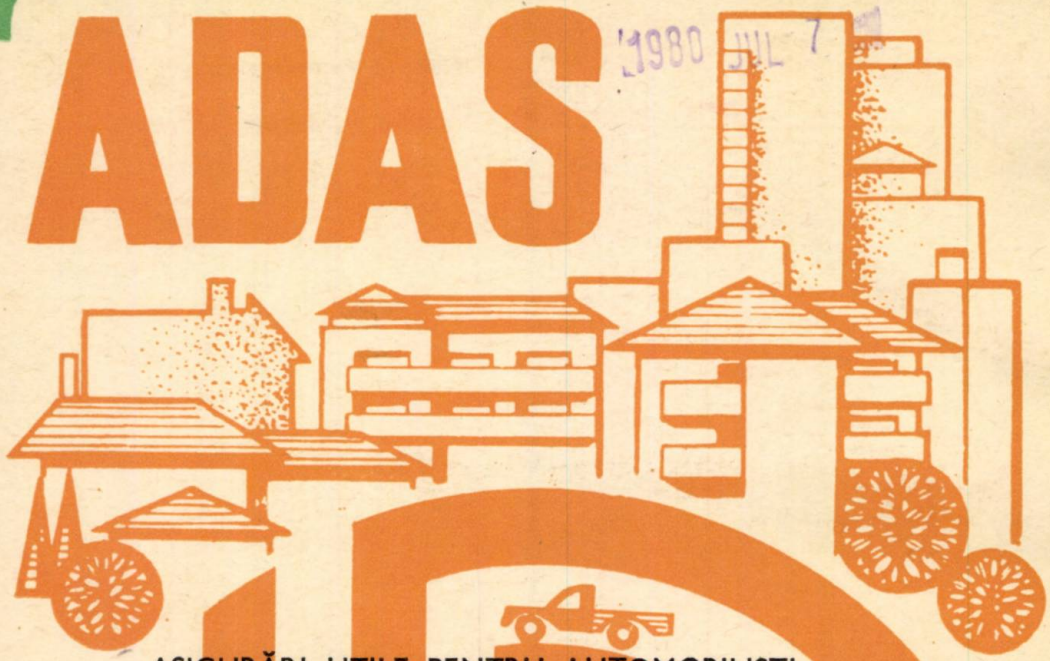
Lucrarea în extenso (circa 15 pagini) se va depune înainte de susţinere în timpul simpozionului.

Alte informaţii precum şi programul detaliat al simpozionului vi le vom trimite pînă la data de 15 mai a.c.

Laboratoarele Catedrei de Cibernetică Economică,
Calea Dorobanţilor, 15—17, sector 1, Bucureşti, cod 71131

ADAS

1980 JUL 7



ASIGURĂRI UTILE PENTRU AUTOMOBILIŞTI

La Administraţia Asigurărilor de Stat automobiliştii pot contracta diferite feluri de asigurări facultative auto care acoperă o serie de riscuri, altele decît cele cuprinse în cadrul asigurării prin efectul legii de răspundere civilă auto— cum sînt:

- asigurarea globală pentru avarii — casco;
- asigurarea autoturismelor numai pentru pagubele produse ca urmare a accidentelor de circulaţie;
- asigurarea autoturismelor numai pentru pagubele produse de incendiu şi calamităţi;
- asigurarea autovehiculelor pentru furt;
- asigurarea suplimentară pentru cazurile cînd autovehiculul este condus de alte persoane decît asiguratul sau rude ale acestuia;
- asigurarea autovehiculelor în legătură cu utilizarea lor la concursuri, întreceri sau antrenamente pentru acestea;
- asigurarea de accidente a conducătorilor de autoturisme şi a altor persoane aflate în autoturisme;
- asigurarea autovehiculelor cu valabilitate numai în afara teritoriului R. S. România.

Pentru relaţii suplimentare şi pentru încheierea unor astfel de asigurări, cei interesaţi se pot adresa responsabililor cu asigurările din unităţile socialiste, agenţilor şi inspectorilor de asigurare, filialelor A.C.R. sau direct, oricărei unităţi ADAS.

ÎNCHEIAŢI ASIGURĂRI AUTO

Lei 15

F2992

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREŞTI

STUDII ŞI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ŞI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

2

1980

ANUL XIV

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREŞTI

STUDII ŞI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ŞI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

2
Anul XIV

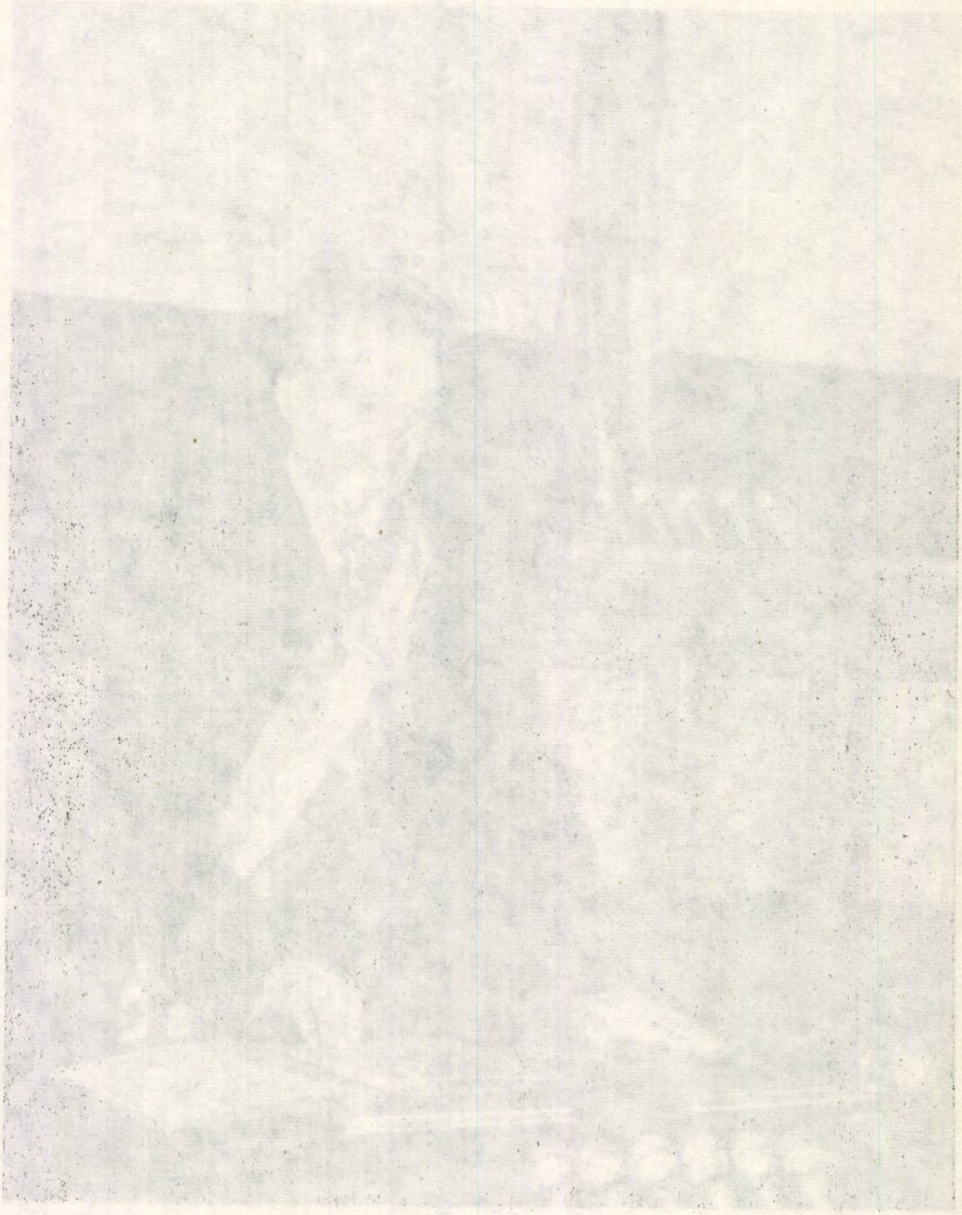
1980
Calea Dorobanţilor, 15-17
tel. 12.77.08

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREŞTI

STUDII
ŞI
CERCETĂRI
DE
CALCUL ECONOMIC
ŞI
CIBERNETICĂ
ECONOMICĂ

2 1980

Anul XIV Calea Dorobanţilor, 15-17
tel. 12.77.80



SUMAR

MANEA MĂNESCU

Omagiu tovarăşului NICOLAE CEAUŞESCU 7

C. BILCIU

Contribuţia ciberneticii economice la perfecţionarea conducerii activităţii economico-sociale 11

M. BULGARU

Investiţii în resurse umane. Costul formării omului 19

V. PESCARU

Influenţa informaticii distribuite asupra evoluţiei unităţilor de informatică 29

CAMELIA RAŢIU SUCIU, V. MURAR

Aplicarea analizei morfologice la controlul unor structuri tehnico-economice 37

V. IONESCU, U. BERAR

Dimensionarea optimă a unui apeduct cu consum minim de energie înglobată în materiale 47

FLORICA LUBAN, V. DUMITRU

Modele de programare cu variabile reale pentru probleme discrete sau mixte 57

R. DOBROT, E. MOLDOVEANU

Model de programare dinamică unidimensională pentru alocarea apei ca resursă refolosibilă 67

N. VIŞINOIU

Un posibil transfer metodologic între statica construcţiilor şi statistica acestora 77

R. HOMESCU

Utilizarea memoriilor holografice de mare capacitate 85

V. HUŢANU

Model de simulare pentru stabilirea succesiunii optime a culturilor agricole irigate 93

În ajutorul celor ce susţin examenul de admitere la facultăţile A.S.E.

Informaţii ştiinţifice Critică şi bibliografie

COLEGIU DE REDACȚIE

Academician Octav Onicescu, prof. Constantin Ionescu, prof. Mircea Bulgaru, prof. Aristide Halanay, prof. Paul Constantinescu, prof. Edmond Nicolau, Ilie Șalapa, Avram Rosen, Hercule Mănescu, Vasile Biță, Valeriu Pescaru, Mircea Enache, Constantin Bilciu, Moisa Altăr, Vincențiu Dumitru, Vasile Ionescu, Ștefan Mustățea, Radu Homescu, Radu Stroe, Mihai Lutic.

Academician Profesor
MANEA MĂNESCU

OMAGIU

TOVARĂȘULUI NICOLAE CEAUȘESCU

Întregul nostru partid și popor a adus un vibrant omagiu de recunoștință și dragoste fierbinte, marelui și strălucitului fiu al națiunii, tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU, cu prilejul împlinirii a 15 ani de la alegerea sa în funcția supremă de secretar general al Partidului Comunist Român.

Alegerea tovarășului Nicolae Ceaușescu, acum un deceniu și jumătate, în fruntea partidului a marcat începutul unei noi epoci, de mare avînt revoluționar în viața politică și socială a României.

Istoria partidului, istoria țării, a scris în paginile ei de glorie, mărețul eveniment, care a deschis un nou și luminos capitol în analele României Socialiste, care a dat un impuls fără precedent întregii dezvoltări politice, economice și sociale, inaugurînd perioada cea mai fertilă în împliniri din viața patriei noastre.

Astăzi, în lumina anilor ce au trecut, dar și a celor ce vor să vie, se poate aprecia cît de fericită a fost această alegere de importanță istorică, decisivă pentru prezentul și viitorul poporului român.

Realegerea tovarășului Nicolae Ceaușescu în înalta funcție de Secretar General al Partidului Comunist Român, la Congresul al XII-lea al P. C. R· și reinvestirea sa, de către Marea Adunare Națională, în funcția supremă de Stat, ca Președinte al Republicii Socialiste România, reprezintă un act istoric de însemnătate excepțională, garanția sigură a prosperității și libertății națiunii noastre socialiste, a viitorului comunist al patriei noastre.

Tovarășul Nicolae Ceaușescu are meritul nepieritor de a fi îmbogățit patrimoniul revoluționar, teoretic și practic al învățăturii Partidului Comunist Român cu privire la construcția socialismului și comunismului în patria noastră, aducînd prin aceasta o contribuție de inestimabilă valoare la dezvoltarea însăși a socialismului științific, a materialismului dialectic și istoric, în condițiile societății contemporane.

Tovarășul Nicolae Ceaușescu dotat cu o excepțională clarviziune științifică a elaborat cu înțelepciune politica internă și externă a partidului și statului nostru, urmată cu devotament și credință de întregul popor român, politică admirată de întreaga opinie publică internațională, ceea ce a făcut să crească prestigiul României Socialiste pe toate meridianele globului.

Tovarășul Nicolae Ceaușescu prin patriotismul său înflăcărat, dragostea profundă față de destinele națiunii, apărător al dreptului sacru al popoarelor la independență, suveranitate națională și dezvoltare economico-socială liberă, în cadrul unei noi ordini politico-economice internaționale, a devenit o personalitate de mare prestigiu internațional, un simbol al luptei pe arena mondială, pentru o lume a păcii, mai dreaptă, mai bună, în societatea contemporană.

1965 — 1980 — 15 ani de victorii măreție — de realizări remarcabile în dezvoltarea economico-socială a țării sînt strînși legați de strălucita activitate revoluționară, în fruntea partidului, a tovarășului Nicolae Ceaușescu, care a condus și conduce cu înțelepciune și clarviziune politică și științifică partidul, statul și poporul în eroica operă de edificare a societății socialiste multilateral dezvoltate, spre împlinirea visului de aur al omenirii — comunismul.

Aplicînd în mod creator socialismul științific, materialismul dialectic și istoric la realitățile românești, Congresele al IX-lea, al X-lea, al XI-lea și al XII-lea ale partidului au elaborat strategia generală a dezvoltării social-economice a țării, a perfecționării organizării și conducerii societății, pentru trecerea la o treaptă superioară a noii noastre orînduiri, societatea socialistă multilateral dezvoltată și trecerea spre comunism.

Originalitatea experienței construcției noastre socialiste, clarviziunea științifică și profundul realism al tovarășului Nicolae Ceaușescu, al politicii partidului s-au materializat în această perioadă în progresul deosebit de dinamic al forțelor de producție, în dezvoltarea armonioasă, rațional echilibrată, a celor două ramuri de bază ale dezvoltării economiei — industria și agricultura —, în realizarea unei proporții judicioase între sectoarele producătoare de mij-

loace de producție și cele de bunuri de consum. S-a accelerat creșterea ramurilor moderne ale industriei, s-a intensificat activitatea de cercetare științifică și de introducere a tehnologiilor avansate în toate sectoarele de producție.

Transpunerea consecventă în viață a politicii agrare fundamentată de tovarășul Nicolae Ceaușescu a determinat lărgirea bazei tehnico-materiale și intensificarea procesului de modernizare a agriculturii, asigurîndu-se creșterea continuă a producției agricole vegetale și animale.

Viziunea profund dialectică, științifică a tovarășului Nicolae Ceaușescu cu privire la utilizarea venitului național, repartizarea unei rate înalte pentru fondul de dezvoltare — opțiune politică fundamentală adoptată de Partidul Comunist Român — a permis înfăptuirea unor ample programe de investiții, orientate consecvent spre mărirea și modernizarea potențialului productiv, amplasarea armonioasă pe teritoriu a forțelor de producție, amplificarea tuturor activităților sociale.

Dezvoltarea rapidă a producției materiale, ridicarea continuă a productivității și eficienței muncii sociale au determinat creșterea mai accelerată a venitului național; pe această bază s-au asigurat sporirea veniturilor oamenilor muncii, intensificarea construcției de locuințe, progresul instrucției publice, înflorirea culturii, îmbunătățirea ocrotirii sănătății populației, ridicarea generală a avuției naționale, a bunăstării întregului nostru popor.

Pe fondul succeselor strălucite obținute în dezvoltarea economiei, a științei, învățămîntului și culturii, în ridicarea bunăstării poporului, s-au produs adînci prefaceri în structura societății românești, a avut loc un proces de continuă adîncire a democrației, s-au realizat progrese deosebite în făurirea conștiinței noi, socialiste, s-a perfecționat continuu organizarea și conducerea vieții sociale.

Sub conducerea clarvăzătoare a tovarășului Nicolae Ceaușescu, promotor încercat al înnoirii morale a societății noastre, se desfășoară o vastă acțiune, la scară națională, pentru făurirea conștiinței înaintate a constructorilor socialismului și comunismului.

Ridicarea continuă a gradului de dezvoltare economico-socială a tuturor județelor consolidează baza materială a egalității sociale și naționale, contribuie la întărirea unității politico-morale și a prieteniei frățești a tuturor fiilor țării — români, maghiari, germani și de alte naționalități — în munca și lupta pentru înflorirea patriei comune, România socialistă.

Perioada 1965 — 1980 — a anilor cei mai fertili din istoria țării — se caracterizează prin procesul tot mai accentuat de omogenizare socială, prin coeziunea întregului popor în jurul forței sale conducătoare, Partidul Comunist Român, a secretarului său general tovarășul Nicolae Ceaușescu, președintele Republicii.

România prezintă astăzi imaginea unei țări angajate cu toate forțele într-un vast program de dezvoltare economico-socială, menit să asigure creșterea rapidă a avuției naționale, a bunăstării întregului popor în condițiile înaintării victorioase pe calea socialismului și comunismului.

România deceniului viitor va prezenta tabloul unei țări prospere cu o structură economică modernă, cu un nivel ridicat al venitului și avuției naționale, în care întreaga populație va beneficia de un nivel de trai material și spiritual superior, corespunzător etapei istorice a socialismului multilateral dezvoltat pe care-l edificăm în patria noastră.

Partidul, țara și poporul au un măreț program de dezvoltare economico-socială, trasat de cel de al XII-lea Congres, care mobilizează forța și coeziunea maselor populare, în frunte cu clasa muncitoare, pentru progresul și bunăstarea națiunii, pentru libertatea, independența și suveranitatea patriei socialiste.

Într-o unitate de fier, strîns unit în jurul gloriosului nostru partid și a secretarului său general, tovarășul Nicolae Ceaușescu, poporul român va obține noi și strălucite victorii în construcția societății socialiste multilateral dezvoltate în țara noastră.

Ca o torță veșnic vie, numele marelui fiu al patriei, tovarășul Nicolae Ceaușescu, înțelept conducător, ctitor al României socialiste, va lumina de-a pururi viitorul comunist al poporului nostru.

Dr. ing. C. BILCIU
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Contribuția ciberneticii economice la perfecționarea conducerii activității economico-sociale

Fiecare epocă din istoria dezvoltării societății omenești a fost marcată de un pas înainte pe drumul cunoașterii, un pas pe calea civilizației, a progresului. Geniul uman, a cărei dominantă o constituie progresul, a găsit domeniul social de aplicare și drumul implementării fiecăreia din descoperirile sale în pofida tuturor greutăților inerente oricărui început. Astfel de greutăți au marcat și dezvoltarea și afirmarea ciberneticii ca știință.

Referindu-se la acest proces complex secretarul general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, arată în expunerea cu privire la îmbunătățirea activității de cercetare științifică, prezentată în sesiunea M.A.N. din 20—22.XII.1965 că: ... „O serie de descoperiri din științele naturii, din biologie și în special din genetică, din cibernetică și alte domenii au fost mult timp tratate ca pseudoștiințe, ca manifestări ideologice reacționare" ... Este meritul tovarășului Secretar General Nicolae Ceaușescu, care a previzionat acum 15 ani rolul științei ciberneticii în dezvoltarea societății, contribuția acesteia la îmbogățirea arsenalului de mijloace și metode moderne ale conducerii.

Cu treizeci de ani în urmă, CIBERNETICA — o nouă ramură a științei — își făcea drum, dezvoltîndu-se rapid și ajutînd omul în cunoașterea naturii și societății, contribuind din ce în ce mai mult la revoluția tehnico-științifică contemporană.

În contextul general actual al dezvoltării științei și tehnicii, al aplicării lor în practica de zi cu zi în diferite domenii ale vieții, cercetările cu privire la aplicarea ciberneticii și a tehnicilor ei de lucru și-au găsit cîmp de afirmare și în conducerea producției materiale, începînd de la întreprindere și pînă la nivelul economiei naționale, în elaborarea științifică a soluțiilor și variantelor optime din punct de vedere tehnologic și economic.

Conducerea economiei naționale, actul de decizie în structura lui intimă sînt tot mai mult potențate de valențele noi pe care le-au primit prin aportul

metodelor moderne ale ciberneticii și informaticii economice, promovate pe larg de conducerea de partid și de stat la toate nivelurile economiei naționale adaptate specificului economiei noastre.

Manifestînd o profundă cunoaștere și înțelegere a fenomenelor economice, a evoluției social-istorice, a dezvoltării științei și tehnicii, tovarășul Nicolae Ceaușescu, secretarul general al Partidului Comunist Român, s-a dovedit un promotor neobosit al conducerii științifice a societății, al utilizării metodelor ciberneticii economice în rezolvarea problemelor de organizare și conducere economică. În întreaga operă teoretică și activitate practică a tovarășului Nicolae Ceaușescu problemele rolului de prim plan al științei, ale locului ei în societate, stabilirea căilor de progres în cercetarea științifică, au ocupat și ocupă un loc primordial. Astfel, încă din anul 1965, în cadrul expunerii citate, tovarășul Nicolae Ceaușescu a scos în evidență importanța și rolul aplicării științei în dezvoltarea activității de bază a societății — producția materială: „Influența pe care o exercită știința asupra dezvoltării sociale în epoca contemporană crește nemăsurat. Aplicarea în practică a rezultatelor sale face ca știința să devină o însemnată forță de producție, un factor hotărîtor al mersului înainte al economiei și culturii, al întregii societăți socialiste".

Optica revoluționară a secretarului general al partidului asupra problemelor esențiale ale construcției economice a dat noi valențe economice transformînd-o dintr-un instrument de cercetare și explicare a fenomenelor și proceselor economice într-un mijloc de conducere practică, de prognoză și planificare, de îndeplinire optimă a obiectivelor dezvoltării economico-sociale. Gîndirea prospectivă îmbinată cu activitatea practică, clarvăzătoare, de elaborare a politicii partidului, puternicul simț al realității îmbinat cu fermitatea acțiunii de aplicare a liniei politice și-au găsit valorificarea în făurirea unei baze tehnico-materiale puternice, în aplicarea cuceririlor tehnico-științifice contemporane, în edificarea unei economii moderne bazată pe metode și mijloace avansate. Subliniind necesitatea utilizării acestora, la Plenara Comitetului Central al Partidului Comunist Român din 21—23 decembrie 1966, tovarășul Nicolae Ceaușescu arăta că: „Între domeniile noi apărute în cercetarea științifică contemporană un loc important îl ocupă știința conducerii proceselor economice, a organizării producției și a muncii. Știința conducerii s-a impus atenției generale în numeroase țări ale lumii. Rezultate superioare se obțin în producție pe baza mijloacelor tehnicii moderne de calcul și automatizare, a instrumentelor de analiză oferite de cele mai noi domenii ale matematicii, ciberneticii și informaticii economice".

Se evidențiază în acest fel strînsa corelație ce există între dezvoltarea rapidă a economiei și capacitatea de ridicare a potențialului științific și tehnic, de introducere cu maximă operativitate în practică a cuceririlor științei și tehnicii. Promovarea largă a progresului tehnic în economia națională, extinderea sferei de aplicare a tehnologiei moderne, introducerea metodelor și tehnicilor moderne de calcul în producție și gestiune necesită o sporire a contribuției cercetării științifice și activității de concepție proprie. Importante precizări referitoare la acestea sînt făcute în Directivele Congresului al X-lea al P.C.R.: ... „În scopul modernizării activității de conducere și planificare vor fi luate măsuri în direcția extinderii tehnicii de calcul și creării progresive a sistemului național de prelucrare a datelor, promovării ciberneticii

și informaticii în producție și gestiune ... Cercetările în domeniul economiei aplicative vor urmări promovarea metodelor avansate de planificare, conducere și organizare a proceselor economice, bazate pe mijloace moderne de calcul și prelucrarea datelor; se vor extinde cercetările de cibernetică economică și cele de informatică economică, de conducere și gestiune a întreprinderilor".

Consecvent principiilor sale potrivit cărora construirea societății socialiste multilateral dezvoltate necesită modernizarea activității economice, dotarea economiei naționale cu tehnică modernă de calcul și dezvoltarea progresivă a sistemului național de prelucrare a datelor, tovarășul Nicolae Ceaușescu în expunerea făcută la ședința Comitetului Executiv al Comitetului Central al Partidului Comunist Român și a Guvernului din 25 noiembrie 1970, menționa că există posibilitatea realizării unei structuri de bază a sistemului național de prelucrare a datelor, ceea ce va duce la perfecționarea unor centre de calcul de importanță națională, precum și a unor serii de centre de calcul teritoriale, dotate cu calculatoare moderne, asigurînd o conducere bazată pe cuceririle informaticii, în vederea realizării unei planificări cu adevărat științifice.

Concepția previzionară, clarvăzătoare, de avangardă a secretarului general al partidului privind perfecționarea sistemului informațional economico-social, introducerea sistemelor de conducere cu mijloace de prelucrare automată a datelor și dotarea economiei naționale cu tehnică de calcul expusă în hotărîrea C.C. al P.C.R. din aprilie 1972 se materializează azi în existența unor puternice unități de informatică, în existența unui sistem electronic de calcul românesc — FELIX și crearea condițiilor pentru trecerea la extinderea gamei acestuia și la construcția de echipamente de calcul la nivelul tehnicii mondiale.

Întreaga experiență dată de practica economică relevă rolul esențial ce revine informaticii economice în perfecționarea metodelor de planificare și control la toate nivelurile. Necesitatea imperioasă de a prelucra un volum tot mai mare de informații în vederea luării unei decizii optime a făcut din tehnica electronică de calcul și din organizarea rațională și eficientă a fluxului de informații, instrumente de lucru devenite din ce în ce mai mult de uz curent în planificarea economiei, în conducerea producției, în automatizarea complexă a proceselor tehnologice, în cercetarea științifică și proiectare. Dezvoltarea preocupărilor pe linia informaticii economice și a metodelor moderne de conducere și planificare s-au realizat concomitent cu intensificarea eforturilor pentru aprofundarea cunoașterii mecanismului economic, a acțiunii și cerințelor legilor economice ale socialismului. Este relevantă în acest sens precizarea făcută în 1973 de tovarășul Nicolae Ceaușescu la deschiderea colocviului privind problemele științei și conducerii societății: „.... metodele moderne de calcul și informatică au, fără îndoială, o importanță deosebită, dar ele pot da rezultate corespunzătoare numai dacă sînt integrate într-o concepție generală justă despre activitatea de conducere, bazată pe cunoașterea temeinică a legilor dezvoltării sociale, pe studierea aprofundată a realității".

Construirea societății socialiste multilateral dezvoltate și trecerea treptată spre făurirea societății comuniste impune dezvoltarea și perfecționarea continuă a metodelor și tehnicilor de investigare a fenomenelor economice. În acest cadru, cibernetica economică, la fel ca celelalte domenii ale științei conducerii și-a direcționat eforturile de cercetare spre investigarea în profunzime

a mecanismelor specifice de desfășurare a proceselor complexe care au loc în economia națională, spre studiul multilateral al sistemelor și subsistemelor ce o compun, al interdependențelor ce se formează între acestea, al legilor lor de creștere. Conceperea într-o viziune dialectică a ansamblului economiei naționale ca sistem cibernetic general și unitar permite aprofundarea unor fenomene și procese economico-sociale deosebit de complexe. Aplicarea conceptelor ciberneticii economice în știința conducerii s-a materializat prin elaborarea de modele cibernetico-economice în vederea fundamentării planurilor de dezvoltare a țării, urmăririi operative a îndeplinirii acestora, precum și pentru perfecționarea metodelor și tehnicilor de dirijare și reglare a traiectoriilor de creștere economică, astfel încît să se asigure realizarea și depășirea sarcinilor planificate.

Dotat cu o impresionantă capacitate previzionară, tovarășul Nicolae Ceaușescu a fundamentat într-o viziune prospectivă a necesităților modelul general de creștere economică a statului nostru, prin stabilirea etapelor dezvoltării economico-sociale a României, prin opțiunea fermă pentru o rată înaltă de acumulare — pîrghie esențială a unui progres rapid, prin făurirea unui complex economic național armonios, dinamic și eficient în cadrul căruia să se dezvolte, într-o strînsă corelare, toate ramurile economiei naționale. În aceeași optică se înscrie necesitatea repartizării raționale a forțelor de producție în toate județele țării, stimularea puternică a elementelor calitative în dezvoltarea ansamblului economiei naționale și în primul rînd a industriei, valorificarea superioară a resurselor existente, umane și materiale.

Ca urmare a acestor acțiuni, a transformărilor economice și sociale ... „va crește — preciza tovarășul Nicolae Ceaușescu la Consfătuirea de lucru a activului de partid din domeniul ideologic și al activității politice și cultural-educative din 9 iulie 1971 — rolul științei ca factor tot mai important în întreaga activitate de organizare a societății socialiste. Vorbind de făurirea societății socialiste multilateral dezvoltate, avem în vedere, de asemenea, schimbările ce vor interveni, în activitatea de producție, pe baza mecanizării, automatizării și cibernetizării".

Eforturile specialiștilor din producție, învățămînt și cercetare din țara noastră în domeniul utilizării metodelor și tehnicilor ciberneticii și informaticii economice au fost orientate către elaborarea modelelor cibernetico-economice de fundamentare a planurilor naționale de dezvoltare economico-socială în profil de ramură și teritorial, ca și a planurilor de dezvoltare a ministerelor, centralelor și unităților economice, precum și către elaborarea sistemelor informatice de conducere la diferite niveluri.

În cadrul Catedrei de cibernetică economică a Academiei de Studii Economice a fost elaborat și fundamentat un număr important de concepte, metode și tehnici de optimizare a proceselor economice cum sînt: conceptul de spațiu și timp economic, sistemul cibernetic general al economiei naționale, logistica economică și economia cuantică, modele cibernetico-economice de creștere economică și în profil teritorial, modele, algoritmi și programe pentru probleme de optimizare a investițiilor, de prognoză și planificare la nivel de ramură și în profil teritorial, de prognoză a dezvoltării cercetării științifice, de conducere a activităților din învățămînt, de programare operativă a producției, de optimizare a profilului de producție, a organizării lucrărilor de reparații și revizii, de elaborare a sistemelor complexe de gestiune.

La Comitetul de Stat al Planificării au fost elaborate modele macroeconomice pentru fundamentarea planurilor cincinale, modelul static și dinamic al BLR, modelul formării și utilizării veniturilor populației și altele.

În cadrul Institutului Central de Conducere și Informatică există preocupări intense pentru elaborarea de modele și sisteme informatice pentru conducerea unităților industriale, ca și pentru realizarea sistemului informatic național, pentru crearea unor bănci de date în profil departamental.

La Academia „Ștefan Gheorghiu" au fost obținute rezultate remarcabile în utilizarea modelelor cibernetice de creștere economică în folosirea metodelor și tehnicilor moderne ale științei conducerii.

În cadrul Direcției Centrale de Statistică au fost elaborate modele de prognoză demografică, modele de corelare a ramurilor economice și a componentelor sistemului cibernetic general al economiei naționale, fiind un promotor permanent în cibernetizarea sistemului statistic național.

La Universitatea din București, sînt efectuate studii privind aplicarea teoriei sistemelor în domeniul modelării fenomenelor sociale, elaborarea modelelor de prognoză, ca și a unor algoritmi și programe pentru realizarea de sisteme informatice.

La Institutele politehnice din București și Timișoara, la Centrul de Organizare și Cibernetică în Construcții, la Centrul de calcul al ministerului chimiei ș.a. există preocupări și rezultate valoroase privind modelarea fenomenelor la nivel macroeconomic și elaborarea unor sisteme informaționale cu aplicații interesante în activtatea industrială și de construcții.

La Ministerul Finanțelor s-a elaborat modelul fluxurilor financiare din economia națională. De asemenea, la Ministerul Aprovizionării Tehnico-Materiale și Gospodăririi Fondurilor Fixe a fost elaborat modelul stocurilor materiale, iar la Comitetul de Stat pentru Prețuri — modelul prețurilor.

Ca o recunoaștere pe plan internațional a atenției și sprijinului permanent acordat în țara noastră dezvoltării științei în general, științei cibernetice în special de către conducerea de partid și de stat, în anul 1975 a avut loc cel de al III-lea Congres Internațional de cibernetică și sisteme, sub înaltul patronaj al Președintelui Republicii — tovarășul Nicolae Ceaușescu. În mesajul de rezonanță științifică mondială adresat cu această ocazie oamenilor de știință din lumea întreagă, tovarășul Nicolae Ceaușescu arăta: „Cibernetica joacă în zilele noastre un rol tot mai important în conducerea științifică a proceselor de producție, a vieții economice, în ușurarea muncii omului și sporirea productivității sociale a acestora, în progresul general al societății umane".

Dotat cu o viziune largă asupra mecanismelor intime de desfășurare a procesului social-economic, a legilor dialectice ale mișcării și dezvoltării dinamice și echilibrate a sistemului economiei naționale, tovarășul Nicolae Ceaușescu a pus un accent deosebit în utilizarea conceptelor cibernetice în organizarea și conducerea întregii activități social-economice, concretizată în succesele obținute de întregul nostru popor pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate și al depășirii stadiului de țară în curs de dezvoltare pentru a deveni la orizontul 1985 o țară cu dezvoltare medie și la orizontul 1990 o țară dezvoltată din punct de vedere economic.

O trăsătură de importanță majoră a opticii conducătorului țării noastre asupra dezvoltării României socialiste o constituie preocuparea permanentă

pentru participarea mereu mai eficientă a țării noastre la diviziunea internațională a muncii, la schimbul mondial de valori materiale.

Importanța deosebită a acestei concepții rezidă din faptul că această participare este privită ca o activitate permanentă, menită să contribuie la intensificarea colaborării economice internaționale, la creșterea prestigiului internațional al țării noastre, la întărirea prieteniei și colaborării între statele lumii.

Sprijinul permanent acordat de Președintele Nicolae Ceaușescu dezvoltării științei, contribuția adusă la promovarea și transformarea cibernetici într-un factor activ al progresului umanității au fost marcate, ca o recunoaștere a acestora, prin conferirea în anul 1978 a medaliei de aur „Norbert Wiener" de către Organizația Mondială pentru Sisteme Generale și Cibernetică. În cuvîntarea rostită cu această ocazie, secretarul general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, a exprimat cu magistrală putere de sinteză ... „alături de multe cuceriri geniale ale omenirii, cibernetica ocupă un loc important. Ea se afirmă în preocuparea pentru formarea unei lumi mai drepte, mai bune, în care fiecare națiune să se poată dezvolta în mod liber, în care oamenii să-și poată pune în valoare cunoștințele, în care să se afirme atît personalitatea popoarelor, cît și personalitatea individuală" ... „Noi, în România, fiind preocupați să ridicăm gradul de dezvoltare materială și spirituală a societății, facem totul — și sîntem hotărîți să acționăm astfel și în viitor — pentru oprirea cursei înarmărilor, pentru realizarea unei politici noi, de colaborare între toate națiunile bazată pe egalitatea deplină în drepturi, pe respect al independenței și suveranității naționale, pe neamestec în treburile interne, pe colaborarea reciproc avantajoasă, în vederea soluționării problemelor complexe ale lumii de azi, pentru asigurarea libertății și bunăstării popoarelor, ale tuturor oamenilor" ...

Aplicînd în mod creator materialismul dialectic și istoric la realitățile românești, Congresele IX, X, XI și XII ale Partidului Comunist Român au elaborat strategia generală a dezvoltării economico-sociale a țării, a perfecționării organizării și conducerii științifice a societății. În raportul prezentat la Congresul al XII-lea al P.C.R., tovarășul Nicolae Ceaușescu arăta: ... „cercetarea trebuie să asigure dezvoltarea rapidă a bazei proprii de materii prime și energie, valorificarea complexă a rezervelor interne de substanțe minerale, utilizarea intensă a noilor surse de energie, asimilarea de noi produse cu caracteristici superioare, generalizarea mecanizării, automatizării și cibernetizării producției, introducerea de noi tehnologii avansate în toate ramurile producției, care să permită reducerea mai accentuată a consumurilor materiale și energetice, recuperarea și refolosirea materiilor prime și materialelor" ...

O remarcabilă contribuție teoretică și practică a secretarului general al partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, la dezvoltarea socialismului științific o reprezintă definirea conținutului și sarcinilor celei de-a doua etape a edificării societății socialiste multilateral dezvoltate, caracterizată prin orientări și indicații de largă perspectivă privitoare la transformarea cantității într-o nouă calitate, perfecționarea mecanismului economico-financiar, trecerea activității de cercetare și producție pe o treaptă superioară. Programul-directivă de cercetare științifică, dezvoltare tehnologică și de introducere a progresului tehnic adoptat de Congresul al XII-lea al partidului reflectă

tocmai această nouă orientare calitativă a activității de cercetare, rezultat al aportului hotărîtor al tovarășului Nicolae Ceaușescu. Programul directivă stabilește prin magistrala contribuție a secretarului general direcțiile esențiale ale orientării cercetării cibernetice și informatice: automatizarea complexă și cibernetizarea activității de producție, cercetările operaționale și teoria matematică a sistemelor cu aplicații în automatică și analiza fenomenelor sociale și politice, organizarea și funcționarea optimă a sistemului unitar de conducere a proceselor economico-sociale pe baza utilizării largi a metodelor cibernetice și tehnicilor moderne de calcul.

Istoria patriei noastre a înscris în acești ani și va înscrie și în continuare în toate domeniile economico-sociale, mărețe realizări legate de strălucita activitate politică-revoluționară, practică desfășurată în fruntea partidului și statului nostru de tovarășul Nicolae Ceaușescu, conducătorul iubit și stimat de întreaga națiune, omul de știință, făuritor de țară nouă, care întruchipează marile virtuți creatoare ale poporului român, constructor al socialismului și comunismului în România.

Prof. dr. M. BULGARU
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.
Ana Bulgaru
Institutul de planificare și prognoză

Investiții în resurse umane. Costul formării omului

Pornind de la ideea că omul este scopul și rațiunea oricărei dezvoltări, în lucrare se examinează conceptul de investiții în resurse umane și costul formării omului. Se analizează cele trei subsisteme demosociale (vîrsta I-a, populația tînără, vîrsta a II-a populația aptă de muncă și vîrsta a III-a populația pensionară) și se prezintă ecuațiile dintre ele în condițiile menținerii echilibrului economico-social.

Se prezintă o clasificare a cheltuielilor pentru investițiile umane și se efectuează calcule asupra costului resurselor demoeconomice pe trei tipologii: costul formării unui tînăr pînă la 18 ani, costul pînă la 20 de ani și costul unui cadru avînd calificare superioară (24 de ani).

În continuare este prezentată metoda de calcul a indicatorilor care exprimă durata de recuperare a investițiilor demoeconomice, coeficientul marginal al investițiilor în resurse de muncă, relația dintre consumul total al unei generații și productivitatea muncii pe toată durata vieții active.

În literatura economico-socială ce caracterizează știința contemporană, studiul resurselor umane din unghiuri de vedere diferite, a început să ocupe un loc tot mai privilegiat, ce își are motivația în principal în actualitatea strategiilor și tacticilor privind dezvoltarea economică și populația, aceasta din urmă identificîndu-se nu fără temei ca principalul factor și beneficiar al dezvoltării. Referindu-se la rolul și însemnătatea omului ca făuritor și beneficiar al tuturor bunurilor materiale și spirituale, Președintele României, tovarășul Nicolae Ceaușescu făcea următoarea remarcă: ... „Pornind de la ideea că omul este scopul și rațiunea oricărei activități sociale, că populația reprezintă avuția supremă a fiecărei țări, considerăm că trebuie analizate

și dezbătute problemele de fond ale condiției umane, ca o cerință majoră, esențială a contemporaneității " ... [1].

Aceeași idee generoasă pentru om este formulată în Planul mondial de acțiune, adoptat de Conferința Mondială a Populației (București, 1974). potrivit căreia ... "populația este bunul cel mai de preț existent pe lume" ...

Examinate într-o viziune sistemică resursele umane prin specificul și structura lor, gradul de mobilitate, caracterul reproducerii etc. se integrează în sistemul general economico-social printr-un șir de conexiuni directe și inverse, unele sesizabile după o lungă perioadă de timp. Multiplele relații și interdependențe ce se formează între variabilele resurselor umane și dezvoltarea economică pun în lumină un șir de legități deosebit de importante ce obligă la eforturi de căutare, constituind în perioada actuală momente caracteristice ale cercetării contemporane în studiul acestei probleme deosebit de complexe.

Experiența din ultima vreme, a multor țări, ca și a României arată că investițiile îndreptate către dezvoltarea resurselor umane, demoeconomice în primul rînd, nu sînt cu nimic mai puțin însemnate decît investițiile economice și că există corelații strînse, cuantificabile între stocul educațional de pe o parte și creșterea productivității muncii și a produsului brut sau a venitului național, pe de altă parte.

Revoluția tehnico-științifică actuală a răsturnat raportul clasic dintre munca simplă și munca complexă, calificată, împingînd pe prim plan rolul factorului om. Instruirea multilaterală a omului, multiplicarea cunoștințelor prin învățămîntul de toate gradele, ca și învățămîntul permanent se înscriu ca factori esențiali ai creșterii economice. Toate acestea ridică pe un plan superior rolul și însemnătatea investițiilor în resurse umane.

Investițiile umane,, sau investițiile demografice fac obiect de dezbateri interesante pe plan internațional. Demograful și savantul francez de renume mondial, Al. Sauvy, care are preocupări deosebite în acest sens, a definit investițiile demografice drept cheltuiala făcută de societate pentru ca nivelul de trai să nu scadă ca urmare a creșterii numărului populației. După alți autori investițiile demografice se clasifică în mai multe categorii: a) servicii care facilitează sănătatea, cuprinzînd în sens mai larg cheltuielile care afectează speranța de viață, puterea și vitalitatea unui popor; b) cheltuielile pentru pregătirea unei meserii, incluzînd toate felurile de ucenicii organizate de către întreprinderii; c) forme de organizare a învățămîntului la toate nivelurile: elementar, secundar, superior; d) programe de studii pentru adulți care sînt organizate în afara întreprinderii (firmei); e) cheltuieli cu migrația individuală și colectivă în condițiile schimbării unei profesiuni [5].

O grupare interesantă este folosită de savantul francez, F. Perroux, după care investițiile demografice se pot repartiza operațional în trei grupe: a) costuri care împiedică ființele umane să moară (lupta contra mortalității) b) costuri care permit tuturor ființelor umane asigurarea unui minim de condiții pentru viața fizică și spirituală (igienă, îngrijiri medicale, ajutoare de invaliditate, bătrînețe, șomaj etc.; c) cheltuieli care permit tuturor ființelor umane o viață care să le asigure un minim de cunoștințe și un minim de timp liber (costul instrucției elementare, costul minim al timpului liber) [6].

Ținînd seama de implicațiile revoluției tehnico-științifice contemporane asupra raportului dintre populație — economie — ecologie umană, sfera investițiilor ar putea fi lărgită și încadrată în două subsisteme: a) *un subsistem mai larg*, apropriindu-ne tot mai mult de ceea ce s-ar putea numi condițiile vieții umane sau folosind un termen mai cuprinzător, calitatea vieții și b) *un alt subsistem mai restrîns*, dar în strînsă legătură cu primul și care s-ar referi la investițiile în resurse demoeconomice adică în resursele de muncă.

În primul caz, prin investiții în resurse umane, s-ar putea înțelege totalitatea cheltuielilor materiale, financiare, servicii exprimate în unități bănești sau în echivalent de timp de muncă pe care le avansează societatea și familia în vederea asigurării condițiilor de hrană, îmbrăcăminte, locuință, îngrijire medicală, educație, calificare, menținerea calității vieții și desăvîrșirea personalității umane, pentru o populație pe întreg parcursul vieții sale.

Pentru înțelegerea investițiilor în resurse umane ca și pentru delimitarea operațională a elementelor de calcul a acestora se poate porni de la o clasificare a populației în subsisteme și subdiviziuni demosociale pe trei categorii (fig. 1):

Vîrsta I-a, resursele umane tinere (0—15 ani) care se caracterizează prin aceea că prin statutul lor nu produc ci consumă în avans din ceea ce vor produce cînd vor intra în grupele de vîrstă active.

Vîrsta a II-a, resursele demoeconomice, (16—60 (62) ani) se caracterizează prin aceea că participă la procesul de producție și produc mai mult decît consumă;

Vîrsta III-a, populație vîrstnică, (peste 62 ani) care are acea particularitate că nu mai participă la procesul de producție (nu produce), ci consumă din surplusul pe care l-a produs pe parcursul vieții active.

Pentru menținerea echilibrului economico-social a oricărei societăți, între aceste subsisteme demosociale se statornicesc o serie de relații și conexiuni fundamentale, ce caracterizează cuantumul ce se produce și cuantumul ce se consumă pe tot parcursul vieții de către fiecare generație sau chiar de fiecare individ în parte.

Acest echilibru economico-social, de exemplu pentru un contingent, s-ar putea prezenta pe baza următoarelor relații:

$$V_{\text{I}}^{q} = C_{\text{I}}^{q} + C_{\text{II}}^{q} + C_{\text{III}}^{q} + \Delta_{\text{I}}^{q};$$

$$V_{\text{II}}^{q} = C_{\text{II}}^{q} + C_{\text{I}}^{q} + C_{\text{III}}^{q} + \Delta_{\text{II}}^{q};$$

$$V_{\text{III}}^{q} = C_{\text{III}}^{q} + C_{\text{I}}^{q} + C_{\text{II}}^{q} + \Delta_{\text{III}}^{q}$$

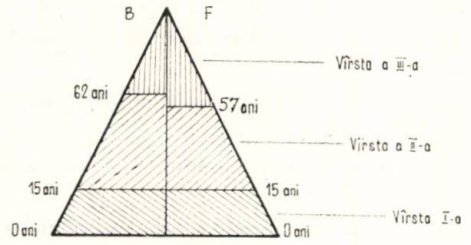


Fig. 1. Piramida subsistemelor demosociale.

în care:

V_I^q, V_{II}^q, V_{III}^q reprezintă producția pe care trebuie să o producă sau a produs-o pe tot parcursul vieții active un contingent din grupa demosocială V_I, V_{II} și V_{III};

C_I^q, C_{II}^q, C_{III}^q — consumul total pe tot parcursul vieții al unui contingent din grupele demosociale, V_I, V_{II}, V_{III};

Δ_I^q, Δ_{II}^q, Δ_{III}^q — surplusul pe care trebuie să-l realizeze un contingent din grupa V_I, V_{II}, V_{III}.

Dacă ne vom referi de exemplu la grupa a II-a, cea mai importantă, adică populația aptă de muncă, aceasta trebuie să aibă în perioada de viață activă o asemenea productivitate, încît să contribuie la asigurarea unui echilibru esențial și anume: a) compensarea (restituirea) consumului din perioada de tinerețe (vîrsta I-a); b) acoperirea consumului din perioada de viață activă (vîrsta II-a); c) stocarea necesarului de consum pentru perioada de bătrînețe (vîrsta a III-a); și d) acumularea (constituirea) unui surplus la dispoziția societății, pentru redistribuire potrivit cerințelor de interes general. Examinate în fond, aceste relații exprimă conceptul unor noi tipologii sociale, în sensul că o societate poate fi cu atît mai dezvoltată cu cît acest raport pe ansamblu ca și pentru fiecare generație este pozitiv, adică fiecare generație sau contingent social, produce în perioada de viață activă mai mult decît consumă pe întreg parcursul vieții.

Se pune mai departe problema definirii și clasificării cheltuielilor ce țin de costul resurselor umane. De bună seamă că acestea se pot clasifica după mai multe criterii în funcție de sarcina pe care și-o propune investigația științifică. În cazul de față vom urmări aspectul operațional al calculației, în scopul de a determina cuantumul total al cheltuielilor, indiferent dacă acestea sînt suportate de societate sau de către familie, sau indiferent dacă reprezintă cheltuielile directe sau indirecte, remunerate sau exprimate prin echivalent.

După destinația și scopul fundamental al acestora ca și a necesităților de calcul, așa cum am arătat mai sus, cheltuielile totale pentru investiții în resurse umane le-am putea împărți în următoarele șapte subdiviziuni:

1. Cheltuieli cu hrană, îmbrăcăminte, locuință (C_{1t});
2. Cheltuieli pentru igienă și îngrijiri medicale (C_{2t});
3. Cheltuieli pentru asigurarea educației generale (C_{3t});
4. Cheltuieli pentru formarea unei meserii sau profesii (C_{4t});
5. Cheltuieli pentru petrecerea timpului liber în scopul desăvîrșirii personalității umane (C_{5t});
6. Cheltuieli de adaptare socio-profesională (schimbarea necesară a locului de muncă, mobilitatea teritorială) (C_{6t});
7. Cheltuieli cu instruirea permanentă (reciclare post școlară, post universitară, specializare etc.) (C_{7t}).

Transpuse în formă grafică, cheltuielile în resurse umane pentru întreaga perioadă de viața a omului, s-ar înfățișa ca în fig. 2.

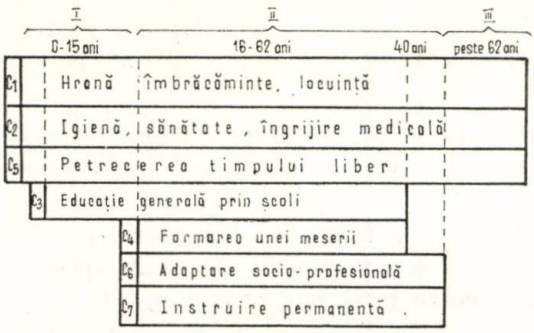


Fig. 2. Distribuția cheltuielilor pentru resurse umane pe grupe demosociale.

Legat de conceptul de investiții în resurse umane sau investiții demografice, ne vom referi în cele ce urmează la cel de al doilea subsistem și anume *investiții în resurse demoeconomice*, și mai departe la necesitatea și posibilitatea calculării *costului unui om*. Nu poate fi vorba firește de a subsuma sau considera că identificăm această nouă categorie demoeconomică categoriei generale de costuri și că de acum încolo omul ar trebui să fie cuprins în evidențele contabile, pus pe în calculator și înmatriculat la un cont special de „Profit și pierderi". În acest context este vorba de ceva mult mai mult și fără asemănare și anume aceea de a trece, potrivit etapei în care ne aflăm, la o evaluare calitativă deosebit de complexă a potențialului demografic, pentru a măsura, orienta și stimula capacitățile fizice și intelectuale a resurselor umane în condițiile create de societatea noastră socialistă, pentru ca acestea să se poată adapta mai eficient la factorii complecși ai dezvoltării în condițiile noi impuse de revoluția tehnico-științifică contemporană. Se impune însă de la început o delimitare corectă a resurselor demoeconomice, a dimensiunii și structurii acestora pe care o vom prezenta în graficul din fig. 3.

În acest caz resursele umane (populația totală) se compune din două mari subsisteme: I) populația în vîrstă de muncă și II) populația în afara vîrstei de muncă.

Populația în vîrstă de muncă, cuprinde acea parte a resurselor umane, care potrivit legislației țării noastre, încorporează limitele de vîrstă, diferențiate pe sexe și sectoare mari de activitate după cum urmează: a) pentru personalul muncitor, cu excepția țărănimii, grupele de vîrstă de 16 ani—60 (62) ani

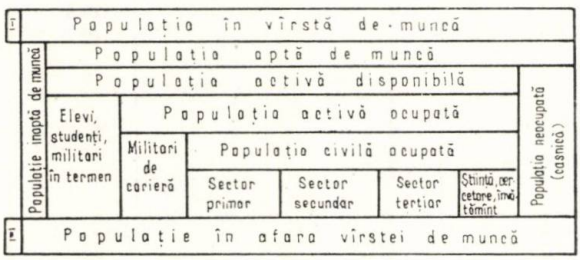


Fig. 3. Structura resurselor umane după criterii demoeconomice.

pentru bărbați și 16 ani—55 (57) ani pentru femei b) pentru țăranii cooperatori și individuali se includ grupele de vîrstă, 16—65 ani pentru bărbați și 16—60 ani pentru femei.

Populația în afara vîrstei de muncă, cuprinde resursele umane tinere (sub 16 ani) precum și cele vîrstnice, peste limita superioară a vîrstei de muncă.

Pornind de la cheltuielile totale în investiții pentru resurse demoeconomice se poate ajunge la costul unui om, sau exprimat mai precis *costul formării unui tînăr* pentru producție, pentru viață [4].

Costul lansării unui om în viață sau costul formării unui tînăr pentru viață, ar cuprinde totalitatea cheltuielilor materiale, financiare și servicii exprimate în unități bănești sau un echivalent de timp de muncă, pe care le avansează societatea și familia, pentru întreținere, igienă, îngrijiri medicale, educație, calificare și formarea personalității umane, de la naștere și pînă la intrarea sa în producție, precum și cheltuielile pentru instruirea permanentă pe întreg parcursul vieții active. Trebuie subliniat faptul că în aceste investiții demoeconomice trebuie să se includă toate cheltuielile directe și indirecte, inclusiv cheltuielile în echivalent pentru munca neremunerată a mamelor și a altor persoane, destinată pentru îngrijirea copiilor.

Dimensiunea costului formării unui om, va fi evident cu atît mai ridicată cu cît gradul de pregătire profesională se va afla pe o treaptă superioară și va corespunde unei anumite tipologii socioprofesionale: un muncitor cu o anumită calificare (18 ani), un lucrător avînd o calificare medie (20 ani) sau un specialist cu calificare superioară (24 ani). În figura 4 sînt prevăzute cheltuielile demoeconomice corespunzătoare costului formării unui om.

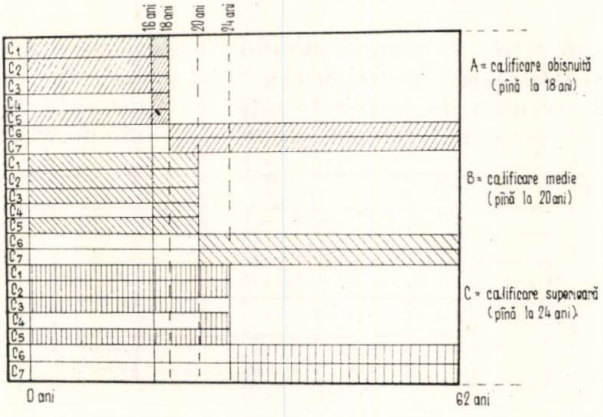

16 ani
18 ani
20 ani
24 ani
A = calificare obișnuită (pînă la 18 ani)
B = calificare medie (pînă la 20 ani)
C = calificare superioară (pînă la 24 ani)
0 ani
62 ani

Fig. 4. Cheltuieli demoeconomice grupate pe tipologii profesionale.

Costul formării unui tînăr, pe cele trei grupe de calificare (A, B, C) s-ar putea determina pe baza următoarelor relații:

$$\mathcal{C}(A) = \sum_{t=1}^{16}(C_{1t} + C_{2t} + C_{3t} + C_{5t}) + \sum_{t=17}^{18}(C_{1t} + C_{2t} + C_{3t} + C_{4t} + C_{5t}) + \\ + \sum_{t=19}^{62}(C_{6t} + C_{7t}).$$

$$\mathcal{C}(B) = \sum_{t=1}^{16}(C_{1t} + C_{2t} + C_{3t} + C_{5t}) + \sum_{t=17}^{20}(C_{1t} + C_{2t} + C_{3t} + C_{4t} + C_{5t}) + \\ + \sum_{t=21}^{62}(C_{6t} + C_{7t})$$

$$\mathcal{C}(C) = \sum_{t=1}^{20}(C_{1t} + C_{2t} + C_{3t} + C_{5t}) + \sum_{t=21}^{24}(C_{1t} + C_{2t} + C_{4t} + C_{5t}) + \\ + \sum_{t=25}^{62}(C_{6t} + C_{7t}).$$

Folosind metodologia examinată mai sus vom prezenta unele calcule prudente privind costul lansării unui om în producție în țara noastră, pentru cele trei tipologii: calificare obișnuită, calificare medie și calificare superioară, așa cum rezultă din cele ce urmează:

A. Costul formării unui tînăr pînă la 18 ani *, ce corespunde unei calificări obișnuite este egal cu echivalentul a 8—9,5 ani de muncă a unui lucrător mediu în condițiile anului 1980.

B. Costul formării unui tînăr pînă la 20 de ani, ce poate corespunde în general unei calificări medii este egal cu echivalentul a 10—11 ani de muncă;

C. Costul formării unui tînăr pînă la 24 de ani, vîrstă ce corespunde în general unei calificări superioare este egal cu echivalentul a 14—15 ani de muncă.

Desigur că dezvoltarea și modernizarea economică, complexitatea progresului tehnicii încurajează creșterea costului omului, creșterea muncii complexe, care trebuie răsplătită prin ridicarea substanțială a productivității muncii pe toată durata de viață activă.

Noua categorie de cost a omului, deschide un cîmp larg de probleme ce țin în principal de eficiența investițiilor în resurse umane, recuperarea parțială și totală a acestora în condițiile în care în societatea noastră omul este factorul principal al dezvoltării și singurul beneficiar al acesteia. În acest scop indicatorul care caracterizează durata de recuperare a investițiilor în resurse demoeconomice se poate calcula ca un raport între cuantumul investițiilor

* După calcule efectuate de A. Sauvy, costul formării unui tînăr pînă la 18 ani în Franța era egal în 1950 cu echivalentul a 5,5 ani de muncă, ca numai după 13 ani (1963) același cost să se ridice la 10—12 ani de muncă, ceea ce a sporit simțitor necesitatea angajării investițiilor demografice.

în resurse demoeconomice și productivitatea muncii sociale, exprimată prin venit național sau producție netă, potrivit relației:

$$D_r(id) = \frac{I_{de}}{W}$$

în care:

$D_r(id)$ reprezintă durata de recuperare a investițiilor demoeconomice (recuperare parțială);
I_{de} — volumul investițiilor demoeconomice;
W — nivelul productivității muncii sociale pe un an.

Semnificația acestui indicator constă în aceea că ne arată în cîți ani și la ce grupă de vîrstă o generație sau un contingent de vîrstă recuperează investiția pe care societatea și familia a avansat-o pentru formarea sa pînă la vîrsta de intrare în producție.

Se poate prezenta și al doilea indicator mai semnificativ și mai complet și anume cel care caracterizează durata de recuperare totală a investițiilor în resurse umane și care se calculează ca un raport între valoarea totală a investițiilor demografice pe tot parcursul vieții și productivitatea muncii sociale, conform relației următoare:

$$D_r(iu) = \frac{I_{rn}}{W} = \frac{C_I + C_{II} + C_{III}}{\frac{Q}{I}}$$

în care:

$D_r(iu)$ reprezintă durata de recuperare (în ani) a investițiilor în resurse umane;
Iru — investiții în resurse umane (C_I, C_{II}, C_{III}, reprezintă consumul total pe tot parcursul vieții);
W — productivitatea muncii sociale calculată ca un raport între venitul național (produsul intern brut) și numărul populației ocupate.

Pentru necesități mai ample de analiză se mai poate calcula și coeficientul marginal al investițiilor în resurse demografice, care se poate determina ca un raport între indicele investițiilor demoeconomice și indicele creșterii economice după relația:

$$K_m(iu) = \frac{I_{de_1}}{I_{de_0}} : \frac{\frac{V_{n_1}}{R_{u_1}}}{\frac{V_{n_0}}{R_{u_0}}}$$

în care:

$K_m(iu)$ reprezintă coeficientul marginal în resurse umane;
I_{de_1}, I_{de_0} — investițiile în resurse demoeconomice în perioada curentă și perioada de bază;
$\frac{V_{n_1}}{R_{n_1}}$, $\frac{V_{n_0}}{R_{n_0}}$ — venitul național pe o persoană în perioada curentă și perioada de bază.

Semnificația acestui indicator rezidă în aceea că el ne orientează asupra ritmului pe care trebuie să-l înregistreze investițiile demoeconomice pentru a obține un procent de creștere economică, adică un procent de creștere a venitului național pe un locuitor.

Necesitatea stabilirii investițiilor în resurse umane, a eficienței acestora dobîndește în perspectivă o semnificație cu totul deosebită. În modelele noastre economico-sociale pentru următorul deceniu se urmărește în continuare asigurarea unui spor demografic normal, întărirea sănătății poporului, ocrotirea mamei și copilului, realizarea unor proporții juste în structura pe grupe de vîrstă a populației, creșterea vigoarei fizice și intelectuale a noilor generații. Pentru anul 1985, se estimează ca populația țării să ajungă la 23,4—23,7 milioane persoane, atingînd o durată medie de viață de circa 71 de ani. În condițiile dezvoltării economico-sociale populația ocupată va spori de la 10,4 milioane persoane în 1980, la 11,4 milioane persoane în 1985, urmînd ca peste 78% din totalul acestora să lucreze în industrie și în ramurile neagricole. Un obiectiv esențial al cincinalului viitor 1981—1985 este dezvoltarea în continuare a învățămîntului de toate gradele (populația școlară va cuprinde circa 27% din total) organizarea temeinică a calificării forței de muncă, generalizarea procesului de reciclare a cadrelor și se vor crea condiții ca pînă în anul 1990 să fie generalizat învățămîntul de 12 ani.

Toate acestea ridică și mai mult rolul și însemnătatea investițiilor în resurse umane în formarea multilaterală a tinerelor generații.

Stabilirea costului omului, categorie nouă socioeconomică extrem de complexă, necesită investigații în continuare, antrenarea cercetărilor interdisciplinare, optimizarea raportului de structură, între efortul pe care îl face societatea și familia pentru formarea complexă a resurselor demoeconomice, în condițiile societății noastre socialiste.

BIBLIOGRAFIE

1. NICOLAE CEAUȘESCU: *România pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate*. Editura politică, București, 1974, volumul 10, pag. 428.
2. NICOLAE CEAUȘESCU: *Raport la cel de al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român*. Editura Politică, București, 1979.
3. MANEA MĂNESCU: *Cibernetica economică*. Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1979.
4. BULGARU M.: *Populație și dezvoltare economică*. Editura politică, București, 1974.
5. THEODORE W. SCHULTZ: *Investment in Human Capital*. The American Economic Review. Reprodus în „Education and the Economics of Human Capital", editat de Ronald A. Wikstra, New-York, 1971, pagina 33.
6. PERROUX F. *L'économie du XX-e siècle*. Presses universitaires de France, Paris, 1969, p. 380.
7. BLAGA I.: *Populația activă a României*. Editura științifică, București, 1979.
8. SAUVY A.: *Théorie générale de la population*. Vol. I, Economie et croissance. ed. a III-a, 1963, vol. II, La vie des populations, ed. a II, 1966, Paris, P.U.P.
9. TREBICI V.: *Demografia*. Editura științifică și enciclopedică. București, 1979.

28.I.1980

Dr. ing. V. PESCARU
Centrul de calcul — M.A.C.F.

Influența informaticii distribuite asupra evoluției unităților de informatică

Lucrarea prezintă unele tendințe actuale ce se conturează în evoluția sistemelor informatice precum și în evoluția unităților de informatică sub influența cererii tot mai accentuate de extindere a informaticii distribuite. Totodată, lucrarea sugerează unele direcții, domenii și activități ce prezintă un interes deosebit pentru cercetarea științifică și ingineria tehnologică din informatică.

1. TENDINȚE ACTUALE ÎN EVOLUȚIA SISTEMELOR INFORMATICE

Cunoașterea tendințelor, a direcțiilor de dezvoltare a sistemelor informatice prezintă un interes deosebit, atît pentru activitățile de cercetare științifică și proiectare tehnologică — cît și pentru determinarea formelor organizatorice, a tipurilor de unități de informatică și a funcțiilor acestora, concepute a corespunde cerințelor de perspectivă și a stimula cele mai eficiente căi de utilizare a tehnicii moderne de prelucrare și teleprelucrare a datelor.

Avînd la bază ca principali factori generatori și dinamizatori cererile utilizatorilor, pe de o parte, și dezvoltarea deosebit de rapidă a cercetării științifice și tehnologiei din domeniul prelucrării electronice și teleprelucrării datelor, pe de altă parte, noile tendințe în evoluția sistemelor informatice se pot caracteriza prin proliferarea într-un ritm în continuă creștere a metodelor și tehnicilor de prelucrare operativă a datelor, prin integrarea lor organică în activitățile de conducere, cercetare-proiectare, producție, servicii etc., urmărindu-se și pe această cale creșterea productivității și calității muncii, ridicarea gradului de cibernetizare a activității umane. Această tendință implică apropierea, chiar integrarea mijloacelor de prelucrare electronică, de — respectiv în activitatea utilizatorului, ceea ce sugerează o soluție de descentralizare a capacităților de prelucrare electronică.

Semnificative, pentru sublinierea accentuării acestei tendințe, sînt obiectivele și sarcinile majore ce reies din programele de perspectivă și planul cincinal 1981—1985 evidențiate în documentele celui de-al XII-lea Congres al P.C.R. [1] din care cităm: ... „Va trebui acționat pentru conducerea cibernetizată a proceselor tehnologice, generalizarea muncii la mai multe mașini, utilizarea rațională a timpului de lucru, folosirea tehnicii electronice în programarea producției, în lucrările de calcul și evidență, și, pe această bază, reducerea la strictul necesar a personalului funcționăresc" ... Totodată, continuă să crească, atît volumul, cît și frecvența cererilor de informații (unii autori [3] susțin că aceste cereri cresc în proporție geometrică) asupra unor activități, fenomene, procese, care depășesc limita sistemului informațional de care aparține organizatoric utilizatorul, în paralel cu cererea de scurtare a timpului de răspuns pînă la nivelul performanțelor sistemelor în timp real. Această tendință implică dezvoltarea, diversificarea și specializarea sistemelor bazate pe bănci de date, realizarea rețelelor de baze și bănci de date avînd ca suport tehnic rețelele de calculatoare, extinderea și diversificarea posibilităților de acces a utilizatorilor la aceste bănci, iar în concluzie, indică o soluție de menținere și dezvoltare a unor sisteme de prelucrare centralizată a datelor.

Se accentuează tot mai mult cererile utilizatorilor, în special a cadrelor de conducere, de cercetare și proiectare, din învățămînt și alte domenii, pentru realizarea unor sisteme informatice care să răspundă în mai mare măsură solicitărilor de execuție operative a calculelor, conducerii tactice, operative (prioritar, a producției) și conducerii strategice. Prin urmare, se cere de către conducere a se adăuga la sistemele informatice existente, cu preponderență sisteme informatice care privesc înapoi (de evidență, statistice), calități noi care să permită sistemelor informatice să privească în mai mare măsură în prezent (operative) și în perspectivă (strategice), elaborarea și integrarea în sistemele informatice a modelelor pentru conducere, a modelelor de simulare, de prognoză etc., dezvoltarea sistemelor de gestiune a bazelor și băncilor de date cu funcțiuni care să faciliteze simularea unor procese, stări și tendințe ș.a. [7] Cererile cercetării științifice, învățămîntului, proiectării, activităților operaționale curente implică creșterea ponderii sistemelor informatice în timp real, atît de proces cît și de gestiune.

Sporirea în continuare a gradului de generalizare și de standardizare a produselor program și a modelelor utilizate în sistemele informatice, de automatizare a activităților de analiză, proiectare, programare, operare, pentru ridicarea continuă a productivității muncii în acest domeniu, pentru scurtarea ciclului de proiectare (adaptare) — implementare, pentru reducerea costului pe unitate de informație prelucrată și valorificată, în final, pentru ridicarea sensibilă a eficienței activității de informatică, continuă a deține o poziție prioritară în cadrul obiectivelor de dezvoltare ale informaticii.

Dezvoltarea rapidă din ultimii ani înregistrată în elaborarea și perfecționarea metodelor și tehnicilor de proiectare și exploatare a băncilor de date [8] și a sistemelor de teleprelucrare a datelor, alături de diversificarea și creșterea performanțelor tehnice ale calculatoarelor, micro și mini calculatoarelor electronice, ale terminalelor inteligente și terminalelor medii și ușoare de teleprelucrare, vine să susțină și să stimuleze materializarea tendințelor ce se manifestă în evoluția sistemelor informatice. Tendințele enumerate mai

sus care implică cererile actuale și de perspectivă ale utilizatorilor emise și cu scopul orientării evoluției sistemelor informatice, împreună cu direcțiile prioritare de cercetare, dezvoltare și utilizare din domeniile fabricației echipamentelor de prelucrare electronică și teleprelucrării datelor, precum și a realizării produselor program [4], converg tot mai pronunțat către o nouă etapă, calitativ superioară, etapa sistemelor informatice distribuite. Totodată, această etapă va coincide și cu un considerabil salt calitativ în domeniul concepției și sferei de utilizare a băncilor de date și a sistemelor de teleprelucrare ca elemente tehnice de bază ale sistemelor informatice distribuite (SID) [9].

În contextul acestei lucrări, sistemele de informatică distribuită nu sînt tratate în sensul negării necesității sistemelor centralizate de prelucrare a datelor [5], ci sînt tratate ca o necesitate a împletirii (a completării) avantajelor demonstrate în practică de sistemele centralizate, cu avantajele pe care le oferă informatica distribuită (aceaste din urmă avantaje apar ca lipsuri ale sistemelor centralizate).

O definiție sintetică a sistemelor informatice distribuite le poate caracteriza ca sisteme ce apropie calculatorul electronic de utilizator, îl integrează în activitatea utilizatorului, disiminînd geografic unitățile de introducere și de extragere a datelor și unde este cazul și cele de prelucrare pentru accesul direct la acestea a diferitelor categorii de utilizatori, a diferitelor locuri de muncă. Astfel, în condițiile sistemelor informatice distribuite, legătura dintre calculatorul electronic și utilizator este directă spre deosebire de sistemele centralizate de prelucrare electronică unde adesea această interfață se realizează prin intermediul personalului de specialitate din cadrul centrelor de calcul. În cazurile în care utilizatorul predă documentele cu date de intrare (pentru prelucrarea electronică) la „poarta" centrelor de calcul și așteaptă sau revine la aceiași „poartă" pentru primirea seturilor (volumelor) de tabele cu rezultatele obținute prin prelucrare, nu se obține o integrare reală a acestor instrumente în activitatea curentă a utilizatorului. Cerințele curente de prelucrări operative de date din secții, sectoare, birouri, ateliere etc., deși în multe cazuri relativ simple, dar cu frecvență mare de execuție și respectiv cu un volum mare de date și operații de rutină, devin inoperante la termenele cerute în condițiile în care prelucrarea se face într-un sistem specializat închis. Una dintre valențele informaticii distribuite este și aceea, că ea înlătură asemenea dezavantaje, făcînd să dispară „barierele" dintre utilizator și calculatorul electronic. Și așa după cum informatica distribuită nu înseamnă o simplă repartizare a unor minicalculatoare sau microcalculatoare electronice la cît mai multe locuri de muncă pentru a satisface cerințele locale de prelucrări de date, ci mai degrabă, însemnă o dezvoltare tehnică calitativă a comunicațiilor [4] în sistemele de prelucrare a datelor din care nu vor putea lipsi calculatoarele electronice puternice care să asigure, atît organizarea băncilor și bazelor de date distribuite, cît și gestiunea comunicațiilor complexe din cadrul acestor sisteme, informatica distribuită mai poate fi definită și ca o soluție de împletire rațională, eficientă, a avantajelor pe care le prezintă sistemele centralizate și sistemele locale de prelucrare electronică a datelor.

2. CÎTEVA TENDINȚE ȘI CERINȚE ÎN EVOLUȚIA FUNCȚIILOR, RELAȚIILOR ȘI STRUCTURII CENTRELOR DE CALCUL

În marea lor majoritate, actualele centre de calcul sînt concepute a răspunde, în special, cerințelor sistemelor centralizate clasice *) de prelucrare electronică a datelor.

Trecerea la utilizarea băncilor de date și implicit a tehnicilor de teleprelucrare a datelor, iar în continuare, trecerea la SID, implică o reconsiderare a funcțiilor, a sistemului de relații cu exteriorul, precum și a structurii organizatorice interne ale centrelor de calcul [9].

Ca tendințe și cerințe apărute în procesul de evoluție a centrelor de calcul semnificativ este și faptul că sfera de acțiune a funcțiilor de cercetare, analiză, proiectare și de execuție a prelucrărilor de date, înregistrează o tendință continuă de lărgire, trecînd adeseori peste limitele sistemului căruia îi este subordonat centrul de calcul respectiv. Au apărut și se dezvoltă sisteme informatice care se alimentează cu informații de intrare de la mai multe sisteme informaționale și/sau furnizează informații prelucrate mai multor sisteme informaționale. Astfel, urmărindu-se obiectivul creșterii continue a eficienței, se accentuează cerințele de organizare a sistemelor informatice specializate, avînd ca suport tehnic băncile de date, care asigură creșterea operativității, reducerea gradului de redondanță a informației și a consumurilor de eforturi paralele în realizarea sistemelor de prelucrare a datelor, reducînd sensibil și costul pe unitate de informație prelucrată și valorificată.

Sub acest aspect, granițele fizice ale centrelor de calcul tind a se diminua și a se transforma în granițe logice ale sistemelor de prelucrare și teleprelucrare a datelor, ale sistemelor informatice distribuite.

Funcția de execuție de prelucrări de date preponderentă în prezent în activitatea marii majorități a centrelor de calcul, va fi dezvoltată și ridicată la nivelul funcției de administrare, de gestiune a sistemului informatic respectiv care va cuprinde mai multe puncte de prelucrare, de culegere, de validare, de transmitere, de interogare etc., a datelor distribuite geografic, în limitele și peste limitele sistemului informațional dat.

Totodată se accentuează tendința, pe de o parte, de integrare mai organică a sistemelor informatice în întreaga gamă de activități și operații din sistemele informaționale de care aparțin, punîndu-se un accent sporit pe automatizarea operațiilor din amonte de calculator, (pentru a cuprinde întreaga gamă de operații ce se execută asupra informației, de la generarea și pînă la valorificarea ei), iar pe de altă parte, crește cerința de adîncire a integrării metodelor și tehnicilor informatice în activitățile operaționale și de conducere. Pe măsura realizării unei astfel de integrări funcția de gestiune a sistemelor informatice, va fi lărgită în fapt la funcția de gestiune a sistemelor informaționale decizionale și operaționale (care implică și sistemul informatic corespunzător).

Evoluția acestor tendințe și cerințe, în sensul materializării lor, exercită o influență directă și asupra sistemului de relații de cooperare și subordonare cu alte sisteme similare și cu utilizatorii.

---

* Prin sistem clasic de prelucrare a datelor înțelegem acele sisteme care nu includ băncii de date și sisteme de teleprelucrare.

Se va accentua astfel și procesul de integrare a utilizatorului în activitățile de concepție, realizare și exploatare a sistemelor informatice.

Totodată, utilizatorul va fi eliberat de o serie de sarcini privind pregătirea datelor pentru prelucrare, de restricții referitoare la varietatea prelucrărilor locale și operative, de introducere a modificărilor ș.a.

Structura organizatorică a unităților, a compartimentelor care se ocupă de perfecționarea (automatizarea, cibernetizarea) sistemelor informaționale se orientează tot mai mult spre constituirea unor echipe complexe de proiectare și implementare (echipe pe proiecte, pe sisteme și pe alicații) în defavoarea soluției de constituire a unor compartimente distincte, separate pe grupe de activități (analiză, proiectare, programare, implementare).

3. INFLUENȚE ASUPRA ALOCĂRII ȘI UTILIZĂRII CATEGORIILOR DE RESURSE SPECIFICE ACTIVITĂȚII UNITĂȚILOR DE INFORMATICĂ*

Resursa cadre de specialitate

Date fiind extinderea ariei de cuprindere a sistemelor informatice, creșterea complexității acestora, inclusiv a accentuării interdependențelor (și ca urmare a accentuării gradului de integrare în activitatea de bază), alături de cerințele trecerii la SID, potențialul de concepție, de proiectare, modelare și programare, tinde spre o concentrare în colective puternice, multidisciplinare, în cadrul cărora importanța specialiștilor în structurarea sistemelor, în elaborarea SID, a sistemelor de gestiune a bazelor și băncilor de date [7] distribuite, a sistemelor automate (standard) de operare, a pachetelor standard de programe de aplicații, în modelarea economico-matematică și tehnico-matematică va crește continuu; ponderea acestei categorii de personal în totalul personalului din informatică va crește și se va accentua specializarea pe tipuri de sisteme.

Personalul de operare tinde spre o amplasare descentralizată și spre o reducere relativă și ca urmare a creșterii gradului de automatizare a operațiilor din amonte de calculator și a integrării unor operații, azi specifice centrelor de calcul, în activitățile de bază (spre exemplu, activitatea casierului de la un magazin care lucrează la un terminal — cassă sau a unui proiectant care efectuează calcule prin intermediul unui terminal).

Viteza și amploarea dezvoltării științifice și tehnice contemporane în domeniul informaticii reclamă intensificarea și permanentizarea sistemului de perfecționare a cadrelor de specialitate din centrele de calcul. Nivelul tehnico-științific al informaticienilor, va deveni un factor tot mai hotărîtor în ridicarea productivității muncii pe ansamblul societății. Totodată, devine tot mai evidentă cerința de instruire cu cunoștințe generale din domeniul informaticii a tuturor utilizatorilor, a întregii populații, ceea ce se reflectă și în planurile de învățămînt ale învățămîntului mediu și superior, precum și în programele de perfecționare profesională.

---

* În unitățile de informatică se includ și institutele, centrele, colectivele de cercetare și proiectare tehnologică care își desfășoară activitatea în domeniul informaticii.

Resursa echipamente

Calculatorul electronic își dezvoltă multifuncționalitatea și se transformă tot mai pronunțat într-un sistem interconectat de echipamente de culegere, înregistrare, transmitere, prelucrare, interogare, reprezentare a datelor, distribuite geografic, ceea ce face a trece pe un prim plan condiția de compatibilitate tehnico-funcțională a tuturor acestor echipamente.

Cerința, aparent contradictorie, de realizare a unor sisteme informatice centralizate și de asigurare în același timp și a unor prelucrări locale, operative, foarte variate, a condus la diversificarea tipurilor de calculatoare electronice (calculatoare mari universale, microcalculatoare, minicalculatoare, terminale inteligente) în concordanță mai mare cu diversitatea cerințelor de prelucrare; se accentuează tendința de asigurare a unor capacități de prelucrare electronică care să includă toate aceste tipuri de calculatoare.

În condițiile SID disponibilitatea, operativitatea și eficiența utilizării echipamentelor cresc.

Resursa produse program și modele

Ponderea produselor program standard în totalul acestor produse, va crește în continuare [6]; o parte din acestea vor fi orientate către prelucrările locale care vor folosi minicalculatoarele în calitate de terminale inteligente.

Sistemele de exploatare pentru prelucrările locale vor fi într-o măsură sporită accesibile utilizatorilor (și operatorilor) neinformaticieni; limbajele utilizate se vor apropia tot mai mult de limbajul natural (economic, tehnic etc.).

O parte importantă din potențialul de concepție și programare se va concentra asupra realizării sistemelor de gestiune pentru bănci și baze de date distribuite, atît generale, cît și orientate către anumite tipuri de activități (de sisteme informaționale).

În structura activităților de modelare, un loc din ce în ce mai important îl vor ocupa modelele pentru conducerea [2] diferitelor genuri de activități și sisteme.

În cadrul acestor activități de concepție, proiectare, programare, ponderea activităților ce revin studiului, determinării, structurii, circulației informației, ca obiect al prelucrării, se înscrie într-o tendință de creștere continuă.

Resursa informații supuse prelucrării

Structurarea și organizarea informației în baze și bănci de date, în SID, va accentua procesul de definire mai riguroasă a entităților informaționale (indicatori, norme, indici etc.) și a relațiilor dintre ele și va conduce la dezvoltarea formalizării matematice a acestora, la perfecționarea sensibilă a metodologiilor, în special din activitățile care exercită o influență puternică asupra sistemelor informaționale (planificare, statistică, finanțe, contabilitate etc.), la o reducere a redondanței necontrolate din sistemele informaționale.

Prin apropierea punctelor de prelucrare de locurile de generare și culegere a datelor primare (cerință specifică SID), se va înregistra o creștere sen-

sibilă a calității acestor date, alături de obținerea unei operativități sporite în prelucrarea și valorificarea lor.

Volumul informației primare înregistrată pe suporți (tehnici și clasici) intermediari se va reduce într-o măsură considerabilă, ceea ce va conduce la obținerea unor importante efecte privind economia de materiale, creșterea calității datelor, economia de manoperă și creșterea operativității în prelucrare.

În concluzie, se poate sublinia faptul că, activitatea unităților de informatică intră într-o nouă etapă, predominată de cerințe și aspecte calitative noi și complexe, care reclamă o asiduă muncă de cercetare în scopul găsirii celor mai eficiente căi și soluții pentru evoluția informaticii în următorul deceniu.

BIBLIOGRAFIE

1. NICOLAE CEAUȘESCU: *Raport la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român.* 19 *noiembrie* 1979. Editura politică, București, 1979.
2. MANEA MĂNESCU: *Cibernetica economică.* Editura Academiei R.S.R. București, 1979.
3. DEREK DE SOLLA PRICE: *Știință mică, știință mare.* Editura științifică, București, 1971.
4. DRĂGĂNESCU M., GURAN M., DAVIDOVICIU A.: *Direcții noi de cercetare și activitate în domeniul informaticii* (I, II). Revista economică, Nr. 1,2, București, 1980.
5. PELTU MALCOLM: *End of an era for giant computers.* International Management, nr. 6, 1979. Mc. Graw-Hill.
6. BITA V.: *Reducerea efortului de realizare a sistemelor informatice prin folosirea proiectelor tip.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 3, 1979.
7. PESCARU V., CATONA I., ș.a.: *Sistem de gestiune pentru baze de date relaționale.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 3. 1978.
8. PESCARU V.: *Rolul băncilor de date în sistemele informaționale contemporane.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 3, 1979.
9. PESCARU V., ȘERBAN GH.: *Influența băncilor de date și a sistemelor de teleprelucrare a datelor asupra funcțiilor și activității centrelor de calcul.* Seminarul internațional „Centrul de calcul '80". Karlovy Vary, martie 1980.

12.III.1980

Dr. CAMELIA RAȚIU SUCIU
V. MURAR
Academia de studii economice

Aplicarea analizei morfologice la controlul unor structuri tehnico-economice

În prima parte se prezintă conceptele pe care se bazează analiza morfologică precum și principalele faze de lucru cu pașii algoritmului de optimizare, pentru ca apoi în partea a doua să se concretizeze aspectele printr-o aplicație efectuată la secția sculărie a unei mari unități economice constructoare de mașini. Aplicația se referă la proiectarea unui nou dispozitiv de prindere a sculei aschietoare la mașini unelte.

Plecînd de la principalele variante constructive ale componentelor dispozitivului (960 combinații posibile), cu ajutorul unui program întocmit se obține soluția optimă pentru fiecare din cele cinci criterii tehnico-economice considerate.

Analiza morfologică are la bază teoria mulțimilor și permite rezolvarea acelor probleme care implică o combinare între mai multe elemente ce formează un ansamblu, fiecare element admițînd la rîndul lui, mai multe variante.

Metoda analizei morfologice a cunoscut o frumoasă evoluție [11] din momentul elaborării ei — anul 1942 — și pînă în prezent, în principal datorită ariei sale largi de aplicare pentru prioectarea de produse noi, originale cu soluții structurale optime, alegerea structurii energetice economicoase pentru o întreprindere, secție etc., a unor soiuri optime de plante pentru agricultură, alegerea unor rețele de transport optime, alegerea unor structuri educaționale optime [2], [8], [9], [11].

Metoda analizei morfologice, constă în alegerea celei mai bune combinații, sub aspect tehnic și economic, pentru un anumit produs, proces (P), supus cercetării.

Precizăm că P, se compune din „n" componente: C_1, C_2, C_3, ..., C_i, ... C_n, fiecare componentă admițînd mai multe variante constructive v_{ij}, unde „ij"

ndică varianta „j" a componentei „i", iar m_i reprezintă numărul maxim de variante a fiecărei componente „i".

Acest lucru se poate sintetiza, astfel:

Componente	Variante constructive
C_1	V_{11} $V_{12} \dots V_{1j} \dots V_{1m_1}$
C_2	V_{21} $V_{22} \dots V_{2j} \dots V_{2m_2}$
.	. . . .
.	. . . .
.	. . . .
C_i	V_{i1} $V_{i2} \dots V_{ij} \dots V_{im_i}$
.	. . . .
.	. . . .
.	. . . .
C_n	V_{n1} $V_{n2} \dots V_{nj} \dots V_{nm_n}$

Orice variantă de produs conține în mod obligatoriu, toate componentele (dar din variante distincte).

Precizăm, că fiecare variantă V_{ij}, este caracterizată printr-un vector (i — indicele componentei produsului, j — varianta componentei „i") atașat acesteia, de forma:

$$V_{ij} = \begin{vmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ a_k \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ a_p \end{vmatrix}$$

unde: a_1, a_2, ... ,a_k, ..., a_p, sînt mărimi absolute sau relative, caracteristice pentru fiecare variantă de componentă (cost, precizie, beneficiu etc).

Analiza morfologică se bazează, în general, pe următoarele concepte:

Definiția 1. Se numește combinație de rang „i", orice combinație posibilă a „i" elemente variante a componentelor C_i, diferite.

Definiția 2. Se numește restricție de rang „i", orice combinație de „i" variante, incompatibilă (variante ce presupun resurse deficitare, poluarea mediului etc.). Combinația de rang „i", care include combinații de rang mai mic, incompatibile, este de asemenea incompatibilă.

Exemplu: combinația posibilă $V_{11}\ V_{21}\ V_{31} \ldots V_{ij} \ldots V_{in}$, este de rang „$n$" și este incompatibilă dacă de exemplu, una din combinațiile variantelor V_{21}, V_{ij}, sau oricare alta ($i = 1, \ldots, n$), este incompatibilă.

Definiția 3. Se numesc combinații realizabile, orice combinații posibile de rang „i", compatibile.

Definiția 4. Se numesc soluții optime, acele combinații realizabile care satisfac cel mai bine criteriile de optim multiple.

Aplicarea metodei analizei morfologice presupune, în principal, următoarele faze de lucru:

— delimitarea clară și precisă a obiectului analizei,

— precizarea componentelor semnificative ale obiectului analizei (produs, sistem, proces etc.),

— descompunerea fiecărei componente în variante posibile,

— analiza combinațiilor de rang „2" și constituirea listei de restricții,

— obținerea soluțiilor realizabile prin compararea formală a fiecărei combinații posibile de rang „n" cu lista de restricții,

— aplicarea criteriilor de optim asupra mărimilor caracteristice pentru fiecare soluție realizabilă și obținerea soluției optime.

Algoritmul de optimizare cuprinde următorii pași:

Pasul 1. Se compară lista de restricții de rang „2" cu fiecare combinație posibilă de rang „n". Dacă există o intersecție vidă între indicii combinației posibile de rang „n" și indicii combinațiilor de rang „2" din lista de restricții, atunci această combinație posibilă este și realizabilă (compatibilă).

Pasul 2. Combinațiile (soluțiile-structură) realizabile sînt caracterizate fiecare de un vector format din aceleași elemente (mărimi) ale vectorilor ce caracterizează fiecare variantă constructivă în parte, dar la nivelul soluției-structură (a întregului). Elementele vectorului ce caracterizează soluția-structură realizabilă, se obțin prin agregarea acelorași elemente (mărimi) ale vectorilor ce caracterizează variantele componentelor produsului.

În urma acestei agregări (care presupune relații foarte diverse) se obțin „p" șiruri de mărimi caracteristice celor „p" elemente ale vectorilor atașați soluțiilor realizabile (costul, greutatea, beneficiul etc.).

Evident, cele „p" șiruri au elementele exprimate în unități de măsură diferite (lei, kg, % etc.).

Se impune aducerea elementelor din aceste șiruri la posibilitatea de a putea opera cu ele, cu rezultate cu semnificație logică.

Pasul 3. Stabilirea „ierarhiei" sau „poziției" pe care o are o soluție-structură realizabilă, relativ la fiecare din cele „p" mărimi ce o caracterizează, în fiecare din cele „p" șiruri. „Poziția" maximă va reveni, pentru una din cele „p" mărimi ce caracterizează soluția realizabilă, acelei soluții-structură realizabile care îndeplinește în cel mai înalt grad criteriul pe care îl presupune fiecare mărime „p". Celelalte soluții realizabile primesc „poziții" mai coborîte față de aceasta din urmă.

Dacă mai multe soluții realizabile îndeplinesc unul din cele „p" criterii de optim, în aceeași măsură, sau aproape în aceeași măsură, ele formează o clasă de echivalență și prin urmare li se va atribui aceeași „poziție".

În felul acesta, în locul elementelor vectorilor ce caracterizează soluțiile realizabile, vor apare „pozițiile" acestora, relativ la fiecare din cele „p" mărimi.

Pasul 4. Se face însumarea „pozițiilor" aceleiași soluții realizabile din cele „p" șiruri de „poziții" ale soluțiilor realizabile. Se obține un șir al „pozițiilor" cumulate, pentru fiecare soluție realizabilă. Aceste „poziții cumulate" semnifică, utilitatea pe care o au fiecare din cele „w" soluții realizabile, relativ la satisfacerea concomitentă a celor „p" criterii de optim (costul care presupune criteriul de minim, beneficiul cere criteriul de maxim etc).

Algoritmul are la bază modelul matematic prezentat mai jos, pentru care facem următoarele notații:

i — indicele unei componente a obiectului P,

r — indicele unei mărimi ce caracterizează fiecare variantă V_{ij} a componentei „i",

l — indicile soluției realizabile,

n — numărul maxim de componente ale obiectului P,

p — numărul maxim de elemente ale vectorului atașat variantei V_{ij} (sau de criterii de optim),

w — numărul maxim de soluții realizabile,

a_{ir} — element (mărime) la vectorului ce caracterizează fiecare variantă a componentei „i" după mărimea „r",

S_{lr} — mărimea soluției realizabile, relativă la unul din elementele vectorilor V_{ij} ce caracterizează fiecare variantă a componentelor soluției-structură realizabile „l",

S_{max}, S_{min} — valoarea maximă și minimă din șirul $\{S_{lr}\}\, l = 1, w$ pentru un anumit $r = 1, p$.

D — lungimea intervalului de echivalență pentru criteriul „r" de optim, al soluțiilor realizabile,

D_z — punct ce jalonează trecerea de la o clasă de echivalență (snop) la alta, între S_{max} și S_{min}, pentru același „r",

D_{z+1} — punct ce jalonează trecerea de la o clasă de echivalență la alta, plasat în stînga sau în dreapta unei anumite soluții realizabile, după cum criteriul de optim presupune maxim sau minim,

z — numărul claselor de echivalență (a snopilor) pentru criteriul „r" al soluțiilor realizabile,

US_{lr} — „poziția" (utilitatea) soluției „l" pentru fiecare din criteriile „r",

US_l — „poziția cumulată" (utilitatea generală) a soluției „l" pentru cele „p" mărimi, în realizarea soluției,

US_0 — „poziția cumulată" ce revine soluției optime, în realizarea concomitentă a celor „p" criterii de optim.

Modelul matematic

Pentru calculul lui S_{lr}, fie relațiile de agregare:

$S_{lr} = \sum_{i=1}^{m} a_{ir}$ — dacă relația de agregare a mărimilor „a_{ir}" pentru $r \in [1, p]$, este de aditivitate,

$S_{lr} = \prod_{i=1}^{m} a_{ir}$ — dacă relația de agregare a lui „a_{ir}", pentru $r \in [1, p]$, este de produs,

$S_{lr} = min\{a_{ir}\}_{i=1,n}$ — dacă relația de agregare a lui „a_{ir}" pentru $r \in [1, p]$ este de minim.

$S_{min} = min\{S_{lr}\}_{l=1, w}$
$S_{max} = max\{S_{lr}\}_{l=1, w}$ pentru fiecare „r" din $(1, p)$

$$D = \frac{S_{max} - S_{min}}{w - 1}$$

$$D_z = \begin{cases} S_{min} + z \times D & \text{— pentru criteriul de minim,} \\ S_{max} - z \times D & \text{— pentru criteriul de maxim,} \end{cases}$$

atunci:

$US_{lr} = w - z$, dacă:

$\begin{cases} S_{lr} \geqslant D_z \text{ și } S_{lr} < D_{z+1} & \text{pentru criteriul de minim,} \\ S_{lr} > D_{z+1} \text{ și } S_{lr} \leqslant D_z & \text{pentru criteriul de maxim.} \end{cases}$

$$US_l = \sum_{r=1}^{P} US_{lr}$$

$$US_0 = max\{US_l\}_{l=1, w} \quad \text{sau} \quad US_0 = max\left\{\sum_{r=1}^{P} US_{lr}\right\}_{l=1, w}$$

Dacă: $US_0 = US_l$, unde $l \in (1, w)$, atunci soluția optimă are indicile „l". Dacă, acest lucru se întîmplă de mai multe ori, atunci avem soluții optime multiple.

În final, se prezintă explicit, soluția — structură optimă sau structurile optime multiple.

Problemele practice, concrete, impun la anumite intervale de timp, reluarea algoritmului prezentat, pentru obținerea unei noi structuri-produs, în cazul modificării listei restricțiilor precum și a mărimilor ce caracterizează fiecare variantă constructivă.

Reluarea algoritmului, ori de cîte ori este cazul, impune parcurgerea următoarelor faze:

— reactualizarea listei restricțiilor (completare, înlocuire),

— modificarea mărimilor caracteristice pentru fiecare variantă constructivă (adăugarea de noi variante constructive, adăugarea de noi componente).

— reluarea algoritmului de optimizare pentru stabilirea soluției optime în noile condiții de aplicare,

— compararea noii soluții optime cu vechea soluție optimă; în urma analizei se decide dacă schimbarea soluției optime anterioare este oportună sau nu,

— prezentarea explicită a noii soluții-structură.

Folosirea calculatorului electronic în aplicarea acestei metode, permite surprinderea în studiu a tuturor variantelor, chiar și a celor mai puțin cunoscute,

găsirea soluțiilor optime cu precizie și rapiditate, actualizarea soluțiilor optime prin noi analize și optimizări morfologice.

Ne propunem să concretizăm cele prezentate printr-o aplicație efectuată la secția sculărie a unei mari unități industriale, constructoare de mașini, unde s-a pus problema proiectării unui nou dispozitiv de prindere a sculei așchietoare la mașini-unelte. Dispozitivul trebuie să îndeplinească o serie de condiții relativ la fiecare componentă a acestuia. Factorii de decizie ne-au oferit spre analiză principalele variante constructive ale componentelor dispozitivului, sintetizate în tabelul 1.

Tabelul **1**

Componente (repere)	Variante constructive
1	2
A = corpul dispozitivului (material utilizat)	a_1 — oțel a_2 = oțel + masă plastică a_3 = fontă nodulară a_4 = fontă nodulară + masă plastică
B = subsistem de legătură cu semifabricatul incompatibilități: a_2b_1, a_3b_2,	b_1 = prindere mecanică cu șurub b_2 = prindere meccanică prin presare b_3 = prindere elastică (arc, bucșă) b_4 = prindere hidraulică b_5 = prindere pneumatică
C = subsistem de legătură cu mașina-unealtă incompatibilități a_2c_1, a_4c_1, b_1c_1, b_4c_4,	c_1 = prindere mec. cu bride și șuruburi c_2 = prindere mec. prin presare c_3 = prindere elastică c_4 = prindere magnetică
D = subsistem de legătură cu scula așchietoare restricții: a_3d_3, b_1d_4, c_2d_3, b_2e_3	d_1 = axe coordonate d_2 = coloane de ghidare d_3 = bucșă de ghidare d_4 = transmisie mecanică
E = subsistem de mecanizare sau de automatizare restricții: d_4e_1, b_3e_2, c_1e_1, a_3e_3	e_1 = mecanism cu came e_2 = servo-motor e_3 = comandă numerică

Rezultă că numărul total de combinații posibile (NCP) $= 4 \times 5 \times 4 \times 4 \times 3 = 960$

S-au ales cinci criterii tehnico-economice și anume:

1. costul (în lei)
2. greutatea (în kg)
3. gabaritul (în cm^3)
4. durabilitatea (în ani)
5. fiabilitatea (în %)

Corespunzător variantelor componentei A, s-a atașat acestora pentru caracterizarea lor, matricea C_1, în care fiecare coloană a matricei C_1 caracteri-

zează complet variantele componentei A, iar C_2, C_3, C_4, C_5, sînt matrice caracteristice pentru componentele B, C, D, E:

$$C_1 = \begin{array}{c|cccc} & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 1 & 100 & 60 & 6{,}5 & 30 \\ 2 & 40 & 20 & 3{,}8 & 1{,}8 \\ 3 & 35 & 40 & 50 & 40 \\ 4 & 8 & 6 & 5 & 4 \\ 5 & 0{,}80 & 0{,}35 & 0{,}45 & 0{,}26 \end{array}$$

$$C_2 = \begin{array}{ccccc} 40 & 50 & 44 & 80 & 70 \\ 0{,}5 & 1 & 1{,}2 & 4 & 3 \\ 40 & 20 & 15 & 50 & 45 \\ 8 & 6 & 5 & 9 & 7 \\ 0{,}20 & 0{,}45 & 0{,}48 & 0{,}85 & 0{,}92 \end{array} \qquad C_3 = \begin{array}{cccc} 40 & 50 & 44 & 100 \\ 0{,}5 & 1 & 1{,}2 & 2 \\ 40 & 20 & 15 & 10 \\ 8 & 5 & 5 & 7 \\ 0{,}20 & 0{,}45 & 0{,}28 & 0{,}75 \end{array}$$

$$C_4 = \begin{array}{cccc} 25 & 25 & 20 & 30 \\ 0{,}6 & 0{,}6 & 0{,}5 & 0{,}8 \\ 20 & 15 & 10 & 30 \\ 6 & 8 & 7 & 9 \\ 0{,}60 & 0{,}80 & 0{,}70 & 0{,}72 \end{array} \qquad C_5 = \begin{array}{ccc} 800 & 700 & 1300 \\ 1{,}2 & 2 & 3 \\ 80 & 50 & 80 \\ 6 & 7 & 9 \\ 0{,}10 & 0{,}42 & 0{,}80 \end{array}$$

În fig. 1 se prezintă schema logică a algoritmului de optimizare: Programul a fost întocmit în limbajul FORTRAN și a fost rulat pe calculatorul FELIX C-256.

În urma rulării programului, s-au obținut următoarele rezultate:

POZIȚIA SOL. OPTIME × (292) DUPĂ CRIT. 1 ESTE 349;
COST = 895 lei
POZIȚIA SOL. OPTIME × (292) DUPĂ CRIT. 2 ESTE 350:
GREUTATE = 6,9 kg
POZIȚIA SOL. OPTIME × (292) DUPĂ CRIT. 3 ESTE 345;
GABARIT = 155 cm³
POZIȚIA SOL. OPTIME × (292) DUPĂ CRIT. 4 ESTE 329;
DURABILITATE = 4 ani
POZIȚIA SOL. OPTIME × (292) DUPĂ CRIT. 5 ESTE 350 =
FIABILITATE = 0,012

INDICILE SOLUȚIEI OPTIME ESTE 292

NR. COMB. POSIBILE = 960
NR. COMB. REALIZ. = 351
NR. CRIT. DE OPTIM = 5

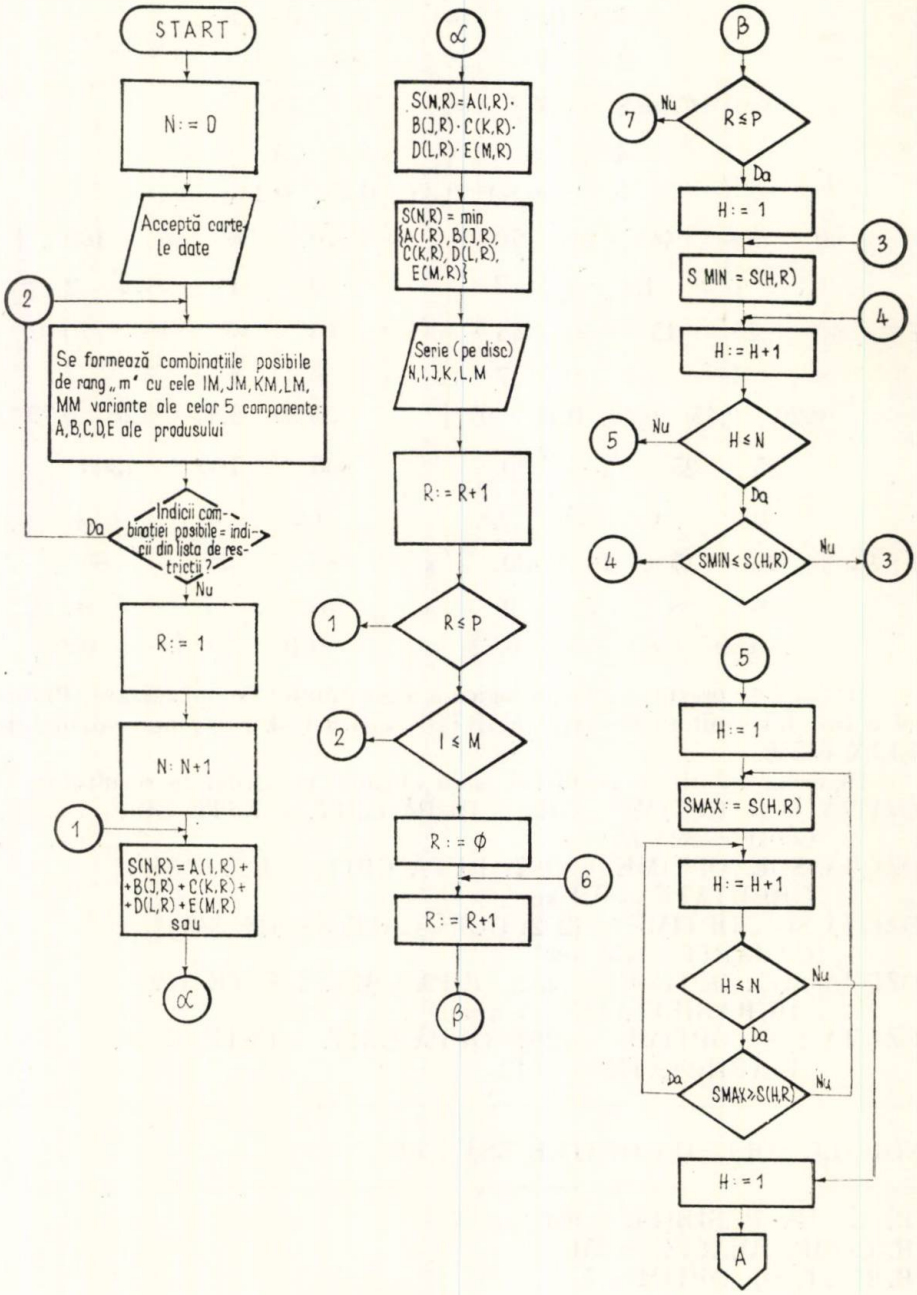
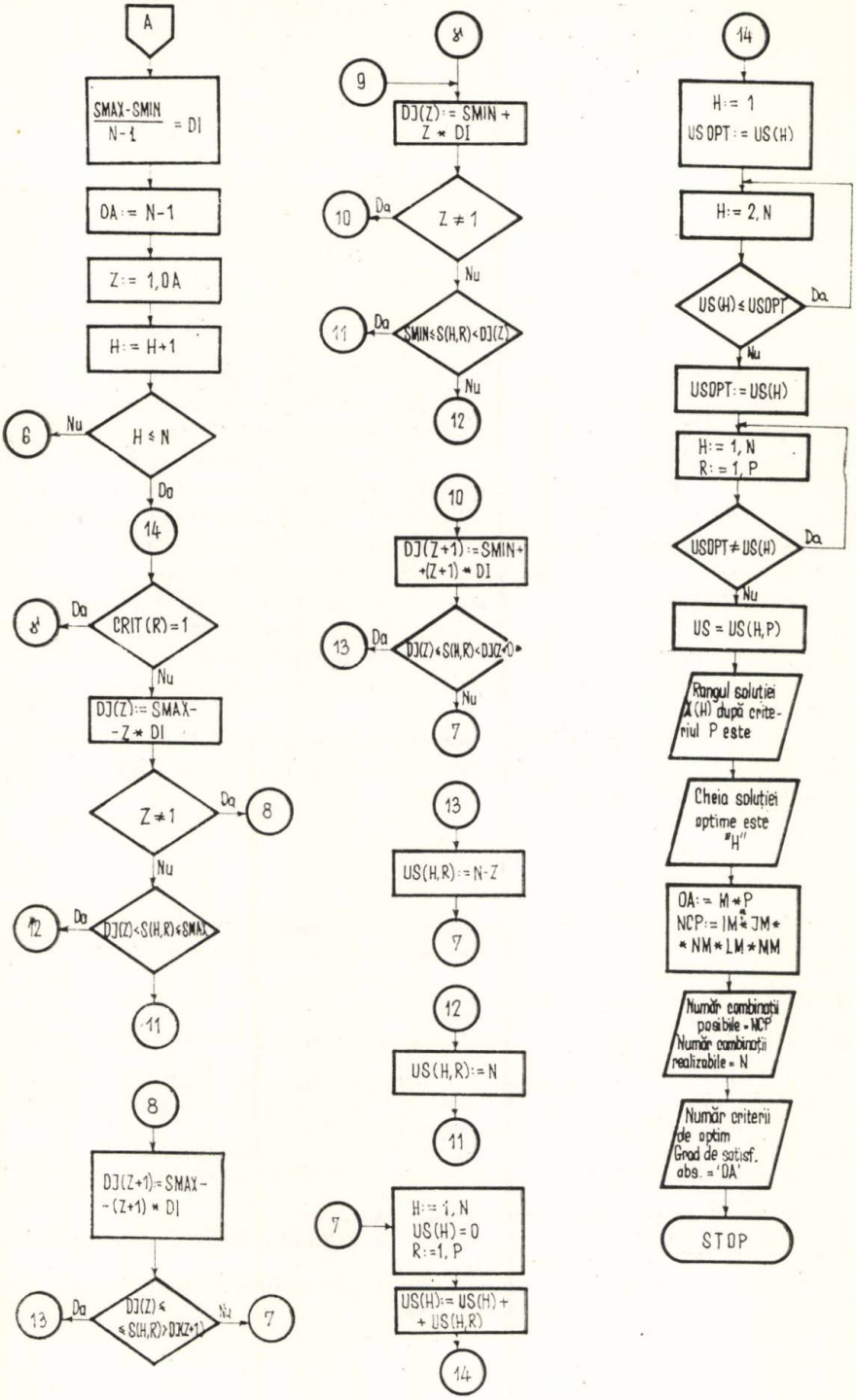

START
N: = 0
Acceptă cartelele date
2
Se formează combinatiile posibile de rang „m" cu cele IM, JM, KM, LM, MM variante ale celor 5 componente A, B, C, D, E ale produsului
Indicii combinatiei posibile = indicii din lista de restrictii?
Da
Nu
R: = 1
N: N+1
1
S(N,R) = A(I,R) + + B(J,R) + C(K,R) + + D(L,R) + E(M,R) sau
α
S(N,R) = A(I,R) · B(J,R) · C(K,R) · D(L,R) · E(M,R)
S(N,R) = min {A(I,R), B(J,R), C(K,R), D(L,R), E(M,R)}
Serie (pe disc) N, I, J, K, L, M
R: = R+1
1
R ≤ P
2
I ≤ M
R: = ϕ
6
R: = R+1
β
β
7
Nu
R ≤ P
Da
H: = 1
3
S MIN = S(H,R)
4
H: = H+1
5
Nu
H ≤ N
Da
4
SMIN ≤ S(H,R)
Nu
3
5
H: = 1
SMAX: = S(H,R)
H: = H+1
H ≤ N
Nu
Da
Da
SMAX ≥ S(H,R)
Nu
H: = 1
A

Fig. 1.


A
SMAX-SMIN / N-1 = DI
DA := N-1
Z := 1, DA
H := H+1
H ≤ N
Nu
6
Da
14
CRIT(R) = 1
Da
8'
Nu
DJ(Z) := SMAX- - Z * DI
Z ≠ 1
Da
8
Nu
DJ(Z) < S(H,R) < SMAX
Da
12
11
8
DJ(Z+1) := SMAX- - (Z+1) * DI
DJ(Z) < ≤ S(H,R) > DJ(Z+1)
Da
13
Nu
7
8'
9
DJ(Z) := SMIN + Z * DI
Z ≠ 1
Da
10
Nu
SMIN ≤ S(H,R) < DJ(Z)
Da
11
Nu
12
10
DJ(Z+1) := SMIN+ +(Z+1) * DI
DJ(Z) < S(H,R) < DJ(Z+1)
Da
13
Nu
7
13
US(H,R) := N-Z
7
12
US(H,R) := N
11
7
H := 1, N
US(H) = 0
R := 1, P
US(H) := US(H) + + US(H,R)
14
14
H := 1
USOPT := US(H)
H := 2, N
US(H) ≤ USOPT
Da
Nu
USOPT := US(H)
H := 1, N
R := 1, P
USOPT ≠ US(H)
Da
Nu
US = US(H,P)
Rangul soluției X(H) după criteriul P este
Cheia soluției optime este "H"
OA := M * P
NCP := IM * JM * * NM * LM * MM
Număr combinații posibile = NCP
Număr combinații realizabile = N
Număr criterii de optim
Grad de satisf. abs. = 'DA'
STOP

GRADUL DE UTILITATE ABSOLUT = 1755
GRADUL DE UTILITATE AL SOL. OPTIME = 1723
REGRETUL MINIM = 32

$$X(292) = \begin{matrix} A(4) \\ B(1) \\ C(4) \\ D(2) \\ E(2) \end{matrix}$$

Analiza rezultatelor, arată că există o mare apropiere între „optimul absolut" și cel „euristic" — obținut prin calcule. Utilitatea soluției optime nu diferă de cea absolută decît printr-un „regret" egal cu 32.

Programul furnizează de asemenea structura optimă a soluției realizabile și optime. Astfel, rezultă că, corpul dispozitivului se va proiecta din fontă nodulară + masă plastică (A_4); subsistemul de legătură cu semifabricatul se va realiza prin prindere mecanică cu șuruburi (B_1); subsistemul de legătură cu mașina-unealtă se va realiza prin prindere magnetică (C_4); legătura cu scula așchietoare se va realiza prin coloane de ghidare (D_2). în sfîrșit, automatizarea va fi asigurată cu ajutorul unui servo-motor (E_2).

Aplicația este în faza de implementare la secția-sculărie analizată, rezultatele fiind de un real folos factorilor de decizie tehnico-economici ai unității economice.

Algoritmul de optimizare prezentat poate fi extins, cu efecte economice din cele mai bune, în industria constructoare de mașini cu producție de serie mare sau de masă.

BIBLIOGRAFIE

1. APOSTOL P.: *Viitorul*. Editura științifică și enciclopedică, București, 1977.
2. BERINDE M.: *Etape și tehnici specifice în proiectarea produselor noi*. Revista economică, nr. 2, 1979.
3. BERINDE M.: *Analiza morfologică — o valoroasă și eficientă metodă de proiectare a produselor noi*. Revista economică, nr. 32, 1978.
4. BOLDUR GH.: *Fundamentarea complexă a procesului decizional economic*. Editura științifică, București, 1973.
5. CHRISTOPHER J.: *Design. Metode și aplicații*. București, Editura științifică, 1974.
6. ELMAGHRABY S. E.: *Proiectarea sistemelor de producție*. Editura tehnică, București, 1968 (traducere din limba engleză — S.U.A.)
7. ERICH J.: *Prognoza tehnologică*. Editura științifică , București, 1972.
8. MALIȚA M., ZIDĂROIU C.: *Modele matematice ale sistemului educațional*. E.D.P., București, 1972.
9. MILES D.:: *L'analyse de la valeur*. Dunod, Paris, 1974.
10. ONICESCU O., ȘTEFĂNESCU V.: *Elemente de statistică informațională cu aplicații*. Editura tehnică, București, 1979.
11. ZWICKY F.: *Morphology of Propulsive Power*. Monographs on Morphological Research, nr. 1., Pasadena, California, 1962.

26.XII.1979

V. IONESCU
Catedra de cibernetică economică — A.S.E.
Dr. ing. U. BERAR
I.S.P.I.F.

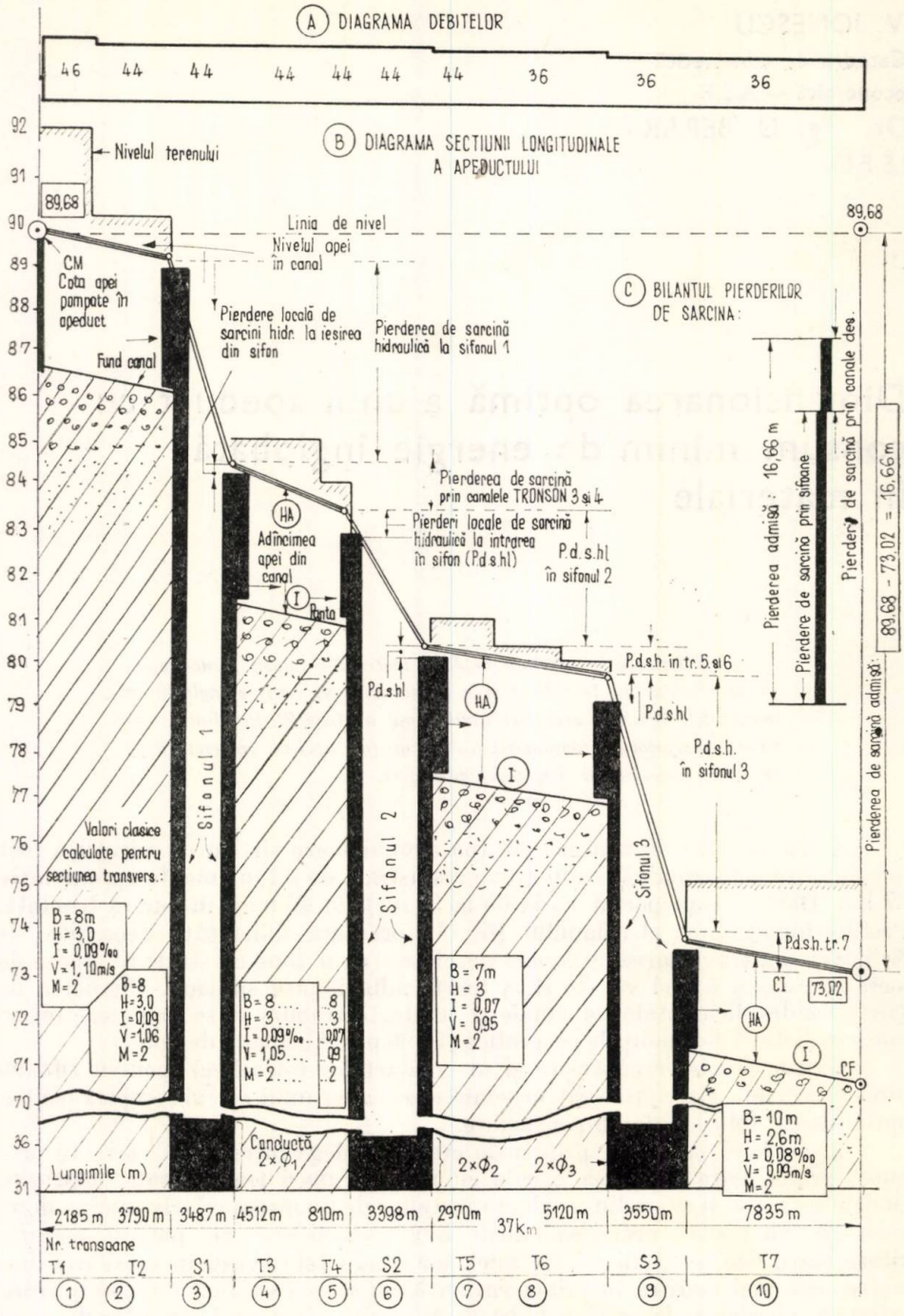
Dimensionarea optimă a unui apeduct cu consum minim de energie înglobată în materiale

În lucrare se prezintă modelul matematic folosit pentru optimizarea costurilor lucrărilor și a consumului de energie înglobat în materialele necesare execuției unui canal de irigații. Rezultatele obținute cu ajutorul programării liniare au fost aplicate în teren, obținindu-se economii de 8% peste prevederi.

1. În vederea alimentării cu apă a unui mare sistem de irigații a fost nevoie să se construiască o aducțiune magistrală de o lungime de aproximativ 37 km. Debitul transportat varia de la 36 mc/s la 46 mc/s în partea frontală. Profilul longitudinal al calanului (fig. 1) prezenta dificultăți deosebite de ordin tehnic: traversarea cu canale deschise a unor zone cu straturi groase de loess precum și a trei văi de rîuri foarte adînci, prin sifonare. Pierderea de sarcină hidraulică totală pe canale și conducte trebuie să se încadreze într-o mărime dictată de condițiile geografice (16,66 metri coloană de apă).

Costul canalelor căptușite și al conductelor (metalice) pentru sifoane fiind apreciabil, s-a considerat necesară efectuarea unui calcul complex pentru optimizarea soluției de dimensionare.

2. În fond problema principală era de a alege între două variante propuse: prima, care prevedea canale cu secțiuni mari transversale, căptușite cu dale de beton și sifon din conducte metalice de diametre relativ mici; a doua variantă din contră prevedea canale bine consolidate ce puteau permite viteze mari, deci secțiuni relativ mici, iar conductele aveau în acest caz diametre ceva mai mari ca în prima variantă, cu scopul evident de a se încadra astfel în pierderea de sarcină hidraulică admisă. În cadrul canalelor deschise trebuia să se stabilească baza mică și înălțimea coloanei de apă, în condițiile



A DIAGRAMA DEBITELOR
46 44 44 44 44 44 44 36 36 36
B DIAGRAMA SECTIUNII LONGITUDINALE A APEDUCTULUI
Nivelul terenului
89,68
Linia de nivel
Nivelul apei în canal
CM
Cota apei pompate în apeduct
Fund canal
Pierdere locală de sarcini hidr. la ieşirea din sifon
Pierderea de sarcină hidraulică la sifonul 1
C BILANTUL PIERDERILOR DE SARCINA:
Pierderea de sarcină prin canalele TRONSON 3 şi 4
Pierderi locale de sarcină hidraulică la intrarea în sifon (P.d.s.hl)
P.d.s.hl în sifonul 2
Adîncimea apei din canal
Panta
P.d.s.hl
P.d.s.h. în tr. 5 şi 6
P.d.s.h. în sifonul 3
Pierderea admisă: 16,66 m
Pierdere de sarcină prin sifoane
Pierderi de sarcină prin canale des.
89,68 - 73,02 = 16,66 m
Pierderea de sarcină admisă:
Sifonul 1
Sifonul 2
Sifonul 3
Valori clasice calculate pentru secţiunea transvers.:
B = 8m H = 3,0 I = 0,09‰ V = 1,10 m/s M = 2
B = 8 H = 3,0 I = 0,09 V = 1,06 M = 2
B = 8 H = 3 I = 0,09‰ V = 1,05 M = 2
B = 7m H = 3 I = 0,07 V = 0,95 M = 2
P.d.s.h. tr. 7
CI
73,02
CF
B = 10m H = 2,6m I = 0,08‰ V = 0,09 m/s M = 2
Conductă 2×Φ1
2×Φ2
2×Φ3
Lungimile (m)
2185 m 3790 m 3487 m 4512 m 810 m 3398 m 2970 m 5120 m 3550 m 7835 m
37 km
Nr. transoane
T1 T2 S1 T3 T4 S2 T5 T6 S3 T7
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fig. 1

respectării mai multor criterii: adîncime de săpare limitată pe considerente geotehnice, pante și viteze determinate de soluția generală, cote impuse pentru nivelul de apă etc.

Menționăm că prin datele de bază ale proiectului se stabiliseră o serie de tehnologii de aplicat la execuție cum ar fi: căptușirea, cu mașini de mare randament, cu dale de beton a canalelor, sifoanele executate din două fire paralele, de conducte de diametre mari de circa 2 m, precum și respectarea unor cote ca de pildă: cota de pompare a apei în capătul amonte a aducțiunii (CM) și cota apei din capătul aval al tronsonului final CF.

3. Costul total al lucrării trebuia să fie minim conform uzanțelor din activitatea de investiții capitale; pe parcus însă s-a constat că există un parametru tehnico-economic mai important care ar trebui minimizat și anume cantitatea de energie înglobată în materialele de construcție utilizate (vezi tabelul 1). Restricția de folosire a unor materiale ce au necesitat cantități mici de energie la fabricare este frecvent folosită în calculele de optimizare a lucrărilor hidroameliorative, dat fiind economiile severe de energie care se fac în prezent în toate domeniile de activitate economică.

4. Din datele de proiectare se pot deduce cel puțin trei relații fundamentale ce trebuie rezolvate simultan:

a. Condiția esențială de economisire a energiei prin folosirea de materiale de construcție oligoenergetice este dată de relația:

$$z = \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} ME_{ij} = min \qquad (1)$$

unde:

ME_{ij} reprezintă consumul de energie înglobat în materialele de construcție pentru lucrarea $i = 1, \ldots M$ în varianta tipodimensională, $j = 1, \ldots N$.

Tabelul **1**

Consumul de energie înglobat în materialele de construcții folosite mai frecvent în lucrările de aducțiunea apei

Materialul de construcție și lucrări	U/M	Conținut de energie prin fabricație:
1. Nisip, pietriș, piatră criblură etc. g = 1,65 t/mc	mc	65...89 kwh/mc
2. Ciment „Portland", metalurgic, de furnal etc.	t	1380...1830 kwh/t
3. Țevi laminate din oțel și confecții metalice din profile	t	14800...15300 kwh/t
4. Țevi din PVC și profile extrudate g = 1,2 t/mc	t	34400 kwh/t
5. Tuburi din beton precomprimat	t	5700 kwh/t
6. Tuburi din azbociment	t	1800 kwh/t
7. Săpături (terasamente executate mecanizat)	mc	1,6 kwh/mc
8. Încărcări/descărcări (mecanizate)	t	20...24 kwh/t

În varianta minimizării investițiilor, în această sumă ar intra o serie de cheltuieli ca: săparea canalului, tasarea lui, căptușirea, drenarea, expropierea terenului pe care e construit, montajul conductelor și costul acestora, ancoraje de beton, bazine, căderi, podețe și poduri, lucrări de protecție, inerbare etc.

b. Condițiile de exploatare și anume respectarea nivelurilor de apă pompată în capătul amonte (CM) și de livrare în aval (CF) sînt date de:

$$\sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} I_{ij} L_i = CM - CF \tag{2}$$

unde:

I_{ij} reprezintă pierderea de sarcină hidraulică pe conducte și canale din tronsonul i în varianta j;

L_i — lungimea tronsonului i (m);

CM — cota apei pompate (m);

CF — cota apei în capătul terminal al aducțiunii (m);

Pierderea de sarcină hidraulică I menționată mai sus s-a calculat în mod diferit pentru canale și pentru conducte. Astfel, pentru canale pierderea de sarcină hidraulică s-a calculat cu relația:

$$I_{canale} = \frac{V^2 N_0^2}{R^{4/3}} \tag{3}$$

unde:

V reprezintă viteza apei pe canal, m/s; prin proiect s-au cunoscut cele două viteze caracteristice ce trebuie respectate: minimă de 0,6 m/s (neînămolire) și maximă = 3,0 m/s (neeroziune a căpătușelii).

N — rugozitatea pereților canalului după Manning = 0,014;

R — raza hidraulică (m) a secțiunii canalului.

Calculul coloanei de apă a canalelor deschise s-a făcut tot cu o relație cunoscută și anume;

$$HA = \frac{-B + B^2 + 4\,MS}{2\,M} \tag{4}$$

unde:

B reprezintă lățimea la fund a canalului (m). Prin proiect se cunosc posibilitățile de executare mecanică a mărimilor de fund, respectiv o lățime minimă (2 m) și una maximă (9 m). Între aceste două mărimi se va alege o mărime considerată optimă;

M — taluzul canalului (căptușit cu beton). În alte cazuri și acesta se poate lua în două sau mai multe variante de înclinare și/sau rugozitate, preț etc.; aici $M = 1{,}5$;

S — secțiunea netă transversală a canalului (m) rezultă din relația:

$$S = \frac{Q}{V}. \tag{5}$$

Evident pentru un tronson vor putea fi patru variante tipodimensionale: două condiționate de viteza apei (pentru cele două mărimi viteza minimă și viteza maximă) și două condiționate de lățimea la fund, luate combinatoriu; ideia de bază este că soluția optimă trebuie să o găsim în spațiul demarcat de aceste patru tipodimensiuni. De remarcat faptul că s-a considerat că în soluția optimă finală secțiunile cu perimetrul minim ar putea fi cele mai indicate datorită condițiilor de execuție din teren.

Pentru conducte pierderea de sarcină hidraulică s-a calculat cu relația:

$$I_{conducte} = \frac{10{,}48\ Q_f^2 N^2}{D^{5{,}33}} \tag{6}$$

unde:

Q_f reprezintă debitul unui fir de conductă; în cazul de față fiind două fire, debitul va fi 1/2 din debitul nominal;

D — diametrul interior al conductei (m);

N = rugozitatea după Manning = 0,014.

Pierderile locale de sarcină care apar la intrarea și ieșirea din fiecare sifon și care se însumează cu pierderile de sarcină hidraulică au fost condiționate la o mărime cuprinsă între 0,2 și 0,4 m și care depind evident de viteza apei din conducte.

Pentru a stabili nivelul de apă dintr-un tronson oarecare acesta a fost declarat ca variabilă și calculat ca sumă de pierderi de sarcină în așa fel încît să se realizeze conform fig. 1 echilibrul mărimilor de pe verticală:

$$HA + \Sigma IL + \Sigma DC = CM - CF \tag{7}$$

unde:

HA reprezintă înălțimea coloanei de apă din tronsonul de calcul;

IL — pierderile de sarcină prin canale și din capătul amonte al tronsonului respectiv pînă în capătul aval al ultimului tronson;

DC — căderile de fund posibile între tronsoane.

Din datele de proiectare pentru cazul de față, diferența dintre cota apei din capătul amonte (CM fig. 1) al primului tronson și cota aval a apei în ultimul tronson (CT fig. 1) este de 16,66 m. Cînd se ia în considerare nivelul apei din ultimul tronson atunci în suma de mai sus nu se mai cuprinde și valoarea lui HA.

Se pot calcula și diferențele dintre cota de apă dintr-un tronson de canal și cota medie a terenului din același tronson; ele servesc ca indicator dacă cuneta va fi în debleu (de preferat) sau în rambleu.

5. În vederea rezolvării dimensionării apeductului prin programare liniară s-a întocmit matricea de calcul a cărei schiță simplificată se dă în figura 2.

Deoarece în vederea rezolvării expuse s-a optat pentru folosirea programării liniare a trebuit să se facă o serie de ipoteze pentru a „modela" problema de rezolvare la exigențele metodei de calcul alese. O astfel de ipoteză de pildă s-a referit la faptul că o secțiune transversală de canal rezultată din optimizare, poate fi media ponderată a două sau mai multe secțiuni transversale luate în calcul, adică pentru două viteze admisibile (minimă și maximă) și pentru două baze mici (minimă și maximă posibil de executat pe canale) sau diametre (la conducte).

MATRICEA DE CALCUL A SOLUTIEI OPTIME DE REALIZARE A UNUI APEDUCT PENTRU IRIGATII

SPECIFICARE	VARIABILELE SISTEMULUI DE CALCUL																										RESTRICTII
	Grupa 1: SECTIUNI DE CANALE DESCHISE								....	TR.N	SECT. DE CONDUCTE				Grupa 2: PIERDERI LOCALE DE SARCINA			Grupa 4: NIVELE DE APA (hidrodinamic)				Grupa 5: DIFERENTE COTA APA - COTA TEREN						
	TRONSON 1				TRONSON 2						SIFON 1 (S1)		S2	S3				TR.1 (C.M)	TR.2	....	TR.N	DP (pozitive)			DN (negative)			
	M = 1/2				M = 1/2																						
	B=2m		B=9m		B=2m		B=9m				D1	D2			S1	S2	S3					TR1	...	TRN	TR1	....	TR.N	
	V=0,6	V=3	V=0,6	V=3	V=0,6	V=3	V=0,6	V=3			V=2m/s	V=4m/s															
R1 INDEPLINIREA LUNGIMII TRONSON	1	1	1	1	1	1	1	1																			= Lung. TR.1
																											= Lung. TR.N
R2 INCADRARE IN PIERDEREA DE SARCINA HIDRAULICA	$-J_1$	$-J_2$	$-J_3$	$-J_4$	$-J_5$	$-J_6$	$-J_7$	$-J_8$	....	....	$-J_{()}$	$-J_{()}$	...	...	-1			1									≥ CF
																											,,
																											,,
R3 LIMITARE DE PIERDERI DE SARCINA LOCALE															1												0,2 ÷ 0,4 m
																1											,,
																	1										,,
R4 LIMITAREA ADINCIMII APEI IN CANALELE DESCHISE	HA_1	HA_2	HA_3	HA_4	HA_5	HA_6	HA_7	HA_8																			2,0 ÷ 0,4 m
																											,,
																											,,
R5 CALCULUL DIFERENTEI COTA APEI - COTA TEREN																		1				1			-1		= Cota teren
																											,,
																				1				1			-1	,,
F.D. ENERGIE (E) INGLOBATA	EC_1	EC_2	EC_3	EC_4	EC_5	EC_6	EC_7	EC_8		EC_{11}	ET_1	ET_2		ET_{11}														= MINIM

Variabilele sistemului de calcul se grupează în cinci categorii după cum urmează: în grupa întîia variabilele sînt variantele tipodimensionale de canale după viteză și lățime de fund și eventual de taluz interior pe tronsoane de canale; grupa a doua cuprinde variabilele variantelor tipodimensionale de conducte (două fire) respectiv diametrul pentru două viteze (minim și maxim) pe fiecare sifon în parte; pentru grupa a treia se introduc în calcul pierderile de sarcină hidraulică de la intrarea și ieșirea din sifoane; în grupa a patra nivelele de apă din canale sînt considerate variabile cu excepția primului tronson unde cota apei e limitată la o valoare dată prin proiect (CM). Ultima grupă declară variabile ecarturile, diferențele dintre nivelul apei și cota medie a terenului dintr-un tronson, valori eventual limitabile la cererea beneficiarului după tipul de construcție dorit.

Funcția obiectiv a constituit-o așa cum s-a arătat la început minimizarea investițiilor într-o primă variantă și apoi minimizarea consumului de energie în a doua variantă. Dacă pentru consumul de energie pe tipuri de materiale s-a dispus de un tabel (tabelul 1) pentru calculul investițiilor pe fiecare variantă de tronson (7 bucăți) și pe fiecare secțiune (cîte 4 la un tronson) pentru rapiditate s-a folosit o ecuație de corelație multiplă dedusă din devizele estimative existente:

$$I = 0{,}4B + 0{,}2M - 3V + 4{,}0 \qquad (8)$$

unde:

I reprezintă investiția în mii lei/m liniar de canal gata executat;

M — taluz interior (m);

V — viteza medie a apei (m/s).

Analizînd matricea din fig. 2 constatăm existența mai multor grupe de restricții; prima grupă de restricții (R1) se referă la condiția ca secțiunile selectate pentru un tronson să dețină diverse lungimi, optim stabilite și care însumate să dea lungimea totală a tronsonului; a doua grupă de restricții (R2) se referă la însumarea pierderilor de sarcină hidraulică conform relației (7) în vederea căderii totale; grupa a treia (R3) de restricții prevede ca pierderile de sarcină hidraulică locale să fie limitate între 0,2 m și 0,4 m. Grupa a patra (R4) de restricții limitează adîncimea apei în canale, pe considerente geotehnice: coloana de apă nu va putea depăși 4 m în cazul analizat. Grupa a cincea (R5) permite calcularea poziției canalului în raport cu nivelul terenului adică de a fi în debleu sau în rambleu conform accepțiunii din fig. 2. Este vorba de diferența dintre nivelul terenului și nivelul apei care de regulă trebuie să fie pozitivă.

Această ultimă restricție dă posibilitatea ca în unele cazuri canalele deschise să fie executate numai în debleu (ușurință la execuția mecanizată) sau din contră să fie în rambleu creînd astfel condiții de alimentare gravitațională a rețelei locale de irigații.

6. În continuare se prezintă cu titlu informativ rezultatele de la calculator.

Tabel 2

Compararea variantelor analizate

Variante calculate	Rezultate din calcule				Raport investiții energie
	Valoarea de investiție		Cantitatea de energie înglobată		
	Unitate valorică	%	Unitate valorică	%	
varianta „0" dimensionată	454.631	100	736.000	100	0,61
clasic varianta „1" cu minimizarea investițiilor	438.070	96	723.917	98	0,60
varianta „2" cu minimizarea energiei înglobate	448.218	98	718.617	97	0,62

Din tabelul 2 rezultă că varianta cu cele mai mici investiții este varianta 1, iar cea care are materialele oligoenergetice minime este varianta nr. 2 și care s-a și propus spre execuție. Între cele două variante nu există diferențe prea mari deoarece consumul de energie este practic proporțional cu costul de achiziție și montaj a materialelor de construcții în general. Diferențe mari apar între varianta 1 și 2 de o parte, și varianta de dimensionare clasică pe de altă parte. În ceea ce privește stabilirea dimensiunilor optime a secțiunii transversale s-a procedat în felul următor:

— în fiecare tronson unde au apărut ca optime două tipuri de secțiuni (de lungimi diferite iar suma lungimilor fiind lungimea tronsonului) s-a calculat panta medie și adîncimea medie a coloanei de apă;

— cu valorile medii ponderate (lungimea, adîncimea apei și pantei canalului) s-a calculat lățimea la fund cu ajutorul relației de mai jos, dînd valori uzuale lui B:

$$HA(M \cdot HA + B)^{5/3} - \frac{N \cdot Z}{\sqrt{I}} = minim \qquad (9)$$

unde:

$$Z = Q(B + 2HA\sqrt{1 + M^2})^{2/3}$$

După împrejurări valoarea lui Z poate fi:

1) Cînd se impune o anumită viteză V:

$$Z = HA\,(M \cdot HA + B)\,V\,(B + 2HA\sqrt{1 + M^2})^{2/3}$$

2) Cînd se impune un anumit perimetru P

$$Z = QP^{2/3}$$

și așa mai departe; rezolvarea se face pe calculatoare mici.

În aceste condiții a rezultat o reducere a lățimii la fund a canalului de la 8 m stabilit după criteriile clasice de calcul, la 2,5 m (soluția optimă) tabelul 3.

Tabelul 3

Calculul elementelor dimensionale pentru secțiunea optimă transversală și longitudinală a primului tronson

Nr. variabilă	Date propuse		Rezultate din calcul		
	Baza B m	Viteza V m/s	HA m	I m/m	L m
x_1	2	0,6	5,71	0,00002	—
x_2	2	3,0	2,31	0,00115	430
x_3	9	0,6	4,34	0,00002	1755
x_4	9	3,0	1,32	0,00156	—
MEDII	7,62	1,07	3,94	0,00023	2185
Valori reținute			3,94	0,00023	
Soluția optimă finală*	2,5	0,98	3,94	0,00023	

* calculată cu relația (9)

CONCLUZII

1. Dimensiunile secțiunii canalului erau greu de stabilit pe cale manuală;

2. Soluția optimă diferă de soluția obținută prin calcule clasice și aduce o economie globală de 8% la cantitatea de energie înglobată în materialele de construcții.

3. Canalele au rezultat în majoritatea cazurilor cu secțiuni optime în sensul că au perimetru relativ mic; acest lucru se datorește costului ridicat pe care-l au căptușelile de beton, parametru de altfel minimizat prin funcția obiectiv.

4. Canalele folosesc pierderi mici de sarcină hidraulică rezervîndu-se astfel o cotă mai mare pentru conducte, efect al costului ridicat al conductelor (în energie înglobată).

5. Alegerea soluției s-a făcut pentru un număr restrîns de posibilități de execuție; în realitate pentru scăderea mai accentuată a cantității de energie înglobată în materiale soluția optimă ar trebui aleasă, printr-un model adecvat, dintr-un evantai mai mare de materiale de căptușire și tubulare, și tehnologii de execuție etc., soluția devenind astfel mai structurată.

6. Trebuie asigurată completarea automatizată cu coeficienți ai matricei pentru ca modelele matematice de acest gen să aibă o eficiență mai bună.

7. Modelele matematice în general sînt foarte utile deoarece secondînd munca proiectanților, verifică și validează unele ipoteze făcute de către aceștia.

Modelul prezentat se poate îmbunătăți în multe privințe ca mărire a numărului de variabile, adăugarea unor restricții și posibilități de veriticare a dimensionării la două-trei debite posibile de tranzitare prin sistem etc. devenind un veritabil model de simulare a scurgerii apei.

Modelul se poate extinde și în sensul de a deveni un model decizional pentru unitățile de exploatare a apeductelor obținînd pentru diverse cereri de apă și/sau debite livrate nivelele, presiunile și vitezele ce pot surveni prevenind avariile.

28.II.1979

FLORICA LUBAN
V. DUMITRU
Catedra de Cibernetică
Economică — A.S.E.

Modele de programare cu variabile reale pentru probleme discrete sau mixte

În lucrare se propun pentru unele probleme cu variabile discrete sau mixte modele alternative în variabile reale, bazate pe funcția $\delta(x) = x/(\alpha + x)$, $\alpha > 0$, *sau pe compoziții cu ea:*

$$\sigma(x) = \sum_i \delta_i(x_i),\ \pi(x) = \prod_i \delta_i(x_i) \text{ etc.}$$

Se arată, de exemplu, că există un vector $\alpha > 0$ *astfel încît soluția problemei* $\min \sigma(x, \alpha) = \sum_{i \in I} x_i/(\alpha_i + x_i)$, $Ax = b$, $x \geqslant 0$ *este o soluție a problemei* $\min |x|^+$, $Ax = b$, $x \geqslant 0$, *unde cu* $|x|^+$ *se notează cardinalul lui* x, *adică numărul de componente strict pozitive ale lui* x, *dîndu-se în felul acesta o altă alternativă, cu rezultate mai puternice, pentru procedura lui Cabot (1975) de determinare în real a unei soluții admisibile pentru o problemă de programare liniară generalizată pe o latice.*

Se propun de asemenea modele continui pentru probleme cu restricții disjunctive, generalizînd rezultatele lui Raghavachari (1969) cît și modele pentru problema de acoperire minimală, pentru problema mulțimii de partiționare minimală sau a mulțimii de împachetare.

1. O CLASĂ DE FUNCȚII CU VALORI APROAPE DISCRETE

1.1. O funcție cu valori aproape boolene. Fie funcția

$$\delta(x) = x / (\alpha + x) \tag{1}$$

definită pe $R - \{-\alpha\}$ (unde $\alpha \neq 0$ este un parametru dat) cu valori în R. Această funcție are „aproape peste tot, în sens generalizat în R, valori aproape egale cu unu". Spunem că o proprietate a unor elemente ale unei mulțimi

are loc aproape peste tot în sens generalizat, dacă raportul dintre numărul elementelor, (respectiv măsura lor) care nu posedă proprietatea și numărul elementelor, (respectiv măsura lor) care au această proprietate poate fi făcut mai mic decît un număr dat pozitiv și arbitrar de mic. Vom spune că valorile unei funcții sînt aproape discrete dacă, aproape peste tot, ele pot fi făcute să difere oricît de puțin de un număr întreg. În cele ce urmează pentru ușurința expunerii, vom studia proprietăți în $R_+ = \{x \mid x \geqslant 0\}$, pentru $\alpha > 0$. În acest sens, rezultă imediat că funcția $\delta(x)$ are proprietatea enunțată. În adevăr pentru $\alpha > 0$

$$\delta(x,\ x \geqslant r) \geqslant 1 - \alpha/(r + \alpha) \tag{2}$$

și întodeauna, oricare ar fi $r > 0$, putem alege α astfel încît $\delta(x)$ să fie oricît de aproape de 1, aproape peste tot în R_+.

Deoarece $\delta(0) = 0$, iar pentru $0 < \varepsilon < 1$,

$$\delta\left(x \mid 0 \leqslant x \leqslant \alpha \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}\right) \leqslant \varepsilon \tag{3}$$

și

$$\delta\left(x \mid x \geqslant \alpha \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon}\right) \geqslant 1 - \varepsilon \tag{4}$$

putem spune că funcția δ are aproape peste tot valori aproape boolene. Funcția δ o putem privi ca o funcție de apartenență în sensul teoriei mulțimilor vagi în care originea are un grad de apartenență zero, punctele din vecinătatea originii au un grad de apartenență ε, iar pentru valori mari ale lui x gradul de apartenență crește și tinde asimptotic la 1.

O generalizare imediată este funcția

$$\delta(x;\ N,\ p,\ q > 0,\ \alpha > 0) = [px/(qx + \alpha)] \cdot N \tag{5}$$

care pentru $x \gg \alpha$ are valori aproape de $N \cdot p/q$ și deci pentru $p = q$, aproape de N. Funcția δ este o funcție mereu crescătoare, continuă în $R \setminus \{-\alpha/q\}$, convexă pentru $x < -\alpha/q$ și concavă pentru $x > -\alpha/q$ și admite derivate de orice ordin în domeniul de definiție. Trecînd de la un spațiu cu o singură dimensiune la R^n avem posibilitatea să definim combinații elementare cu funcția δ.

1.2. Funcția σ cu valori între zero și n aproape întregi. Definim funcția σ pe R^n, pentru $x_i \neq -\alpha_i$, $i = 1, \ldots, n$ egală cu

$$\sigma(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i/(\alpha_i + x_i),\ \alpha_i > 0,\ \ i = 1, \ldots, n \tag{6}$$

care este o funcție cu variabile separate cu valori în R. Ca și mai înainte ne vor interesa în special proprietățile funcției pe R^n. Deoarece

$$\partial\sigma/\partial x_j = \alpha_j/(\alpha_j + x_j)^2 \tag{7}$$

$$\partial^2\sigma/\partial x_j^2 = -2\alpha_j/(\alpha_j + x_j)^3 \tag{8}$$

$$\partial^2\sigma/\partial x_i \partial x_j = 0,\quad i \neq j$$

rezultă că funcția σ este crescătoare în raport cu fiecare variabilă și concavă pe R_+^n. În fapt funcția σ este strict crescătoare pe $R \setminus \{-\alpha\}$ în sensul că $x^1 \leqslant x^2$, unde prin $x^1 \leqslant x^2$ se înțelege $x_j^1 \leqslant x_j^2$, $x^1 \neq x^2$, implică

$$\sigma(x^1, \alpha^\circ) < \sigma(x^2, \alpha^\circ).$$

Ținînd cont de (4) avem

$$k > \sigma[x, \alpha | x \in R_+^k, \quad x_i \geqslant (\alpha_i/\varepsilon_i) - \alpha_i] \geqslant k \left(1 - \sum_{i=1}^{k} \varepsilon_i\right) \tag{9}$$

și deci funcția $\mu = \sigma/k$ o putem privi ca o funcție de apartenență, la R_+^k sau am putea spune că este o funcție „ε — caracteristică".

Dacă notăm cu e_x vectorul cu $(\varepsilon_x)_i = 1$, dacă $x_i > 0$ și $(e_x)_i = 0$ dacă $x_i = 0$, atunci avem

$$\begin{aligned} |x|^+ > \sigma\,[x, \alpha | x \in R^n, \ \alpha_i \leqslant \alpha_0 \varepsilon_i, \ x_i \neq 0 \Rightarrow \\ \Rightarrow x_i \geqslant \alpha_0 \ (1 - \varepsilon_i)] \geqslant |x|^+ \ (1 - \varepsilon^T e_x) \end{aligned} \tag{10}$$

unde cu ε se notează vectorul de componente ε_i și cu $|x|^+$ numărul componentelor strict pozitive ale lui x.

Fie α^1, α^2 doi vectori de parametri. Atunci avem

$$\alpha^1 > \alpha^2, \quad x^0 \neq 0 \Rightarrow \sigma(x^0, \alpha^1) < \sigma(x^0, \alpha^2) \tag{11}$$

$$\lim_{\alpha \searrow 0} \sigma(x^0, \alpha) = |x^0|^+ \tag{12}$$

1.3. Funcții ε — caracteristice, de tip fracționar. Fie funcția fracționară

$$f(x) = \left(\sum_{j=1}^{m} x_j\right) / (\alpha_0 + \sum_{j=1}^{m} x_j), \ \alpha_0 > 0. \tag{13}$$

Pentru această funcție avem $f(0, \alpha_0) = 0$, dar funcția este ε_0 egală cu 1 dacă cel puțin unul din x_j este suficient de mare în raport cu α_0, sau dacă Σx_j este suficient de mare în raport cu α_0. Avem:

$$1 > f(x | x \in R_+^m, \ \Sigma x_j \geqslant (\alpha_0 / \varepsilon) - \alpha_0) \geqslant 1 - \varepsilon_0 \tag{14}$$

$$\partial f / \partial x_j = \alpha_0 / (\alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} x_j)^2. \tag{15}$$

Funcția (13) este strict crescătoare pe R_+^m și cum

$$\partial^2 f / \partial x_j \partial x_k = -\, 2\alpha_0 / (\alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} x_i)^3, \quad k = j, \tag{16}$$

rezultă că hessianul este negativ semidefinit în orice punct al lui R_+^m și deci $f(x, \alpha_0)$ este concavă pe R_+^m. Cu ajutorul funcției (13) putem defini pe R^{nm} funcția

$$F(x) = \sum_{i=1}^{n} f_{i.} = \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{m} x_{ij} / (\alpha_i + \sum_{j=1}^{m} x_{ij}) \right] \tag{17}$$

unde

$$f_i = \left(\sum_{j=1}^{m} x_{ij}\right)\left(\alpha_i + \sum_{j=1}^{m} x_{ij}\right). \tag{18}$$

Cum

$$\partial F/\partial x_{ij} = \partial f_i/\partial x_{ij} = \alpha_i/(\alpha_i + \sum_{j=1}^{m} x_{ij})^2 \tag{19}$$

rezultă că $F(x)$ este o funcție crescătoare în raport cu fiecare componentă. În ceea ce privește hessianul $\nabla^2 F(x)$ el este o matrice de ordinul mn în care pe diagonala principală avem n matrice de ordinul m, ale căror elemente sînt

$$\partial^2 f_i/\partial x_{ij}\,\partial x_{ik} = -2\alpha_i/(\alpha_i + \sum_{j=1}^{m} x_{ij})^3,\ j, k = \{1, ..., m\},\ i = 1, ... ,n$$

și în rest zero.

1.4. Funcția produs $\pi(x)$. Funcția:

$$\pi(x) = \prod_{i=1}^{n} [x_i/(\alpha_i + x_i)],\ \alpha_i > 0 \tag{20}$$

este o funcție explicit quasiconcavă în R_+^n. Avem:

$$\pi(x \mid x \in R_+^m,\ m < n) = 0 \tag{21}$$

$$1 > \pi(x \mid x \in R_+^n,\ x_i \geqslant (\alpha_i/\varepsilon) - \alpha_i) \geqslant (1 - \varepsilon)^n \tag{22}$$

și un calcul direct ne arată că și funcția $\pi(x)$ este strict crescătoare în raport cu fiecare variabilă. Aceleași proprități rămîn valabile și pentru:

$$\pi_{v_i}(x) = \prod_{i=1}^{n} [x_i/(\alpha_i + x_i)]^{v_i},\ \alpha_i > 0,\ v_i > 0 \tag{23}$$

Funcția $\pi_{v_i}(x)$ este o funcție explicit quasiconcavă pe R_+^n [8] și avem:

$$1 > \pi[x \mid x \in R_+^n,\ x_i \geqslant (\alpha_i/\varepsilon_i) - \alpha_i] \geqslant \sum_{i=1}^{n} (1 - \varepsilon_i)^{v_i}. \tag{24}$$

1.5. Funcția $E(x)$. Definim

$$E(x) = exp\left(\sum_{i=1}^{n} \delta_i\right) = \prod_{i=1}^{n} exp\,(\delta_i).$$

Cum pentru $x_i > -\alpha_i/2$ $exp\,(\delta_i)$ este concavă rezultă [8] că $E(x)$ este pentru $x_i > -\alpha/2$ explicit quasiconcavă.

2. MODELE DE PROGRAMARE MATEMATICĂ CONTINUĂ PENTRU PROBLEME MIXTE

2.1. Fie problema minimizării cardinalului lui x (MCRL): $min\,|x|^+$, cu condițiile $Ax = b$, $x \geqslant 0$, unde cu $|(x)|^+$ se notează cardinalul lui x, adică

numărul componentelor strict pozitive ale lui x, x nenegativ și supus unor restricții liniare. În cele ce urmează presupunem că domeniul de admisibilitate a problemei (MCRL) este mărginit și fie x_c^* soluția ei.

Avem **Teorema** 2.1.1. Există un vector $\alpha^T = (\alpha_1, ..., \alpha_n)$, $\alpha_i > 0$ astfel încît soluția problemei $(P\sigma)$: $min\ \sigma(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i/(\alpha_i + x_i)$, $Ax = b$, $x \geqslant 0$ este o soluție a problemei (MCRL).

Demonstrație. Fie $S = \{x \mid Ax = b,\ x \geqslant 0\}$. Pentru orice $x \in S$ avem $x = \sum_{i=1}^{k} \lambda_i x_v^i$, $\sum_{i=1}^{k} \lambda_i = 1$, $\lambda_i \geqslant 0$ unde x_v^i sînt vîrfurile poliedrului soluțiilor admisibile și deci cum $x_v^i \geqslant 0$ avem

$$|x|^+ = |\Sigma \lambda_i x_v^i|^+ \geqslant max\ |x_v^i|^+$$

adică soluția problemei (MCRL) nu este un punct interior al lui S. Pot exista mai multe soluții, toate vîrfuri, sau chiar mai multe infinități de soluții în cazul cînd avem ca soluții mai multe muchii ale poliedrului soluțiilor.

Oricum o soluție a problemei (MCRL) este un vîrf.

Fie $\alpha_\sigma = \min_{i,j} \{x_{jv}^i > 0, \forall x_v^i\}$ și x_σ^* soluția problemei $P\sigma$ cu $\alpha_i = \alpha_\sigma \varepsilon_i$. Conform cu (10) avem

$$\sigma(x_\sigma^*) \geqslant |x_\sigma^*|^+ [1 - \varepsilon^T e_{x_\sigma^*}]. \tag{26.}$$

Dacă $|x_\sigma^*|^+ > |x_c^*|^+$ atunci, cum $|x_c^*|^+ > \sigma(x_c^*)$, luînd ε suficient de mic rezultă

$$\sigma(x_\sigma^*) > \sigma(x_c^*) \tag{27}$$

adică x_σ^* nu este un punct de minim al problemei $P\sigma$. Dacă $|x_\sigma^*|^+ < x_c^*|$, atunci x_c^* nu este o soluție a problemei (MCRL).

Observații: 1. Dacă problema (MCRL) are o soluție unică atunci cele două probleme sînt echivalente.

2. Să presupunem că $x_\sigma^* > 0$ și fie $\mu > 0$ valoarea celei mai mici componente diferite de zero a lui x_σ^*. Atunci x_σ^* este o soluție a problemei de cardinal (MCRLμ) $min\ |x|^+$ cu restricțiile $Ax = b - \mu A e_{x_\sigma^*}$, $x \geqslant 0$.

În adevăr problema $min\ |x|^+$ cu condițiile $Ax = b - \mu A e_{x_\sigma^*}$ este echivalentă cu problema $min\ |x|^+$ cu condițiile $Ax = b$, $x \geqslant \mu e_{x_\sigma^*}$, care are ca soluție $|x_\sigma^*|^+$

Teorema 2.1.2. (condiție suficientă). O soluție x_ρ^* a problemei $(P\sigma)$ este o soluție a problemei (MCRL) dacă

$$|x_{\sigma\alpha}^*|^+ - \sigma(x_\sigma^*, \alpha) < 1. \tag{28}$$

Fie x_c^* o soluție a problemei (MCRL). Avem următorul șir de inegalități:

$$|x_\sigma^*|^+ \geqslant |x_c^*|^+ > \sigma(x_c^*) \geqslant \sigma(x_\sigma^*). \tag{29}$$

Dacă $|x_\sigma^*|^+ - \sigma(x_\sigma^*) < 1$ inegalitățile (29) implică $|x_\sigma^*|^+ = |x_c^*|^+$.

Nu rezultă însă neapărat că dacă $|x_\sigma^*|^+ = |x_c^*|^+$ atunci $|x_\sigma^*| - \sigma(x_\sigma^*) < 1$ sau, ceea ce este același lucru, că dacă $|x_\sigma^*|^+ - \sigma(x_\sigma^* > 1$ atunci $|x_\sigma^*|^+ \neq |x_c^*|^+$.

UN ALGORITM PENTRU REZOLVAREA PROBLEMEI (MCRL)

Fie la secvența k vectorul α^k și $x_{\sigma s}^*$ un vîrf cu cel mai mic număr de componente cunoscut pînă acum.

1. Determină $x_{\sigma(\alpha^k)}^* : \sigma[x_{\sigma(\alpha^k)}^* = min\, \sigma(x,\ \alpha^k),\ x \in S = \{x \mid Ax = b,\ x \geqslant 0\}$.
2. Test de optimalitate

Dacă $|x_{\sigma(\alpha^k)}^*|^+ - \sigma[x_{\sigma(\alpha^k)}^*] < 1$ atunci $x_{\sigma(\alpha^k)}^*$ este o soluție a problemei (MCRL), STOP.

3. Dacă $|x_{\sigma(\alpha^k)}^*|^+ \leqslant |x_{\sigma s}^*|^+$ atunci $x_{\sigma s}^* := x_{\sigma(\alpha^k)}^*$

Punctul $x_{\sigma s}^*$ este soluția problemei MCLPμ : $min\, |x|^*$, $Ax = b - \mu_{\sigma s} Ae_{\sigma s}$.

Dacă problema (MCRLμ) aproximează suficient problema (MCRL) STOP.

4. $\alpha^k := p\alpha^k$, $0 < p < 1$, $k := k + 1$.

Teorema 2.1.3. Algoritmul este finit. În adevăr, dat fiind un punct $x_{\sigma s}^*$ acesta fie că este optimal pentru problema MCRL și după un număr de iterații ținînd cont de (12) va satisface criteriul de optimalitate, fie ca va fi înlocuit cu un punct optimal deoarece α^k va satisface condițiile teoremei 2.1.1.

2.2. Problema de programare liniară cu restricții de cardinalitate (CCLP) se formulează [10], [12] astfel

$$max\ cx$$

cu condițiile:

$$Ax = b,\ x \geqslant 0 \tag{30}$$

$$|x|^+ \leqslant r,\ r \leqslant \text{rang A}.$$

Putem încerca să impunem restricția de cardinalitate cu ajutorul funcției σ, formulînd problema σCCLP:

$$max\ cx$$

cu condițiile:

$$Ax = b,\ x \geqslant 0 \tag{31}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_i / (\alpha_i + x_i) \leqslant r.$$

O formă mai generală a problemei (CCLP) este problema programării pe o latice [2], [5] (GLPP)

$$max\ cx$$

cu condițiile:

$$Ax = b,\ x \geqslant 0 \tag{32}$$

$$|x|_{\mathfrak{J}}^+ \leqslant r,\quad r \leqslant \text{rang A}$$

unde cu $|x|_{\mathcal{J}}^{+}$ se notează numărul componentelor strict pozitive din mulțimea de componente cu indicele într-o mulțime specificată $\mathcal{J}$.

Fie acum problema σGLPP

$$max\ cx$$

cu condițiile:

$$Ax = b, \quad x \leqslant 0 \tag{33}$$

$$\sum_{i \in \mathcal{J}} x_i / (\alpha_i + x_i) \leqslant r, \quad r \leqslant \text{rang A}.$$

Avem **Teorema 2.2.1.** Există α_i astfel încît o soluție a problemei σGLPP (σCCLP) este o soluție a problemei GLPP (CCLP). Teorema este o consecință imediată a proprietăților (11), (12) a funcției σ și anume de a fi descrescătoare în raport cu α.

Dorim să semnalăm în cele ce urmează rezultatele lui CABOT, deoarece ele se obțin cu o funcție asemănătoare cu funcția introdusă de noi în această lucrare.

Victor Cabot în [2] își propune să găsească o soluție admisibilă problemei (GLPP). Pentru aceasta considerăm problema (VC):

$$max\ y = \sum_{i \in \mathcal{J}} 1/(\alpha + \beta x_i), \quad Ax = b, \quad x \geqslant 0, \quad \alpha > 0, \quad \beta > 0 \tag{34}$$

unde:

$$\alpha < (\beta M \varepsilon)/(rM - (r+1)\varepsilon], \quad \varepsilon = 1/D \tag{35}$$

și unde D este determinatul cu cea mai mare valoare pentru toate bazele admisibile sistemului $Ax = b$, $x \geqslant 0$, iar M o margine superioară a lui x pentru orice x admisibil și astfel ca $\alpha > 0$.

Funcția lui Cabot care este o funcție convexă are proprietatea că are o valoare mai mare în vîrfurile poliedrului soluțiilor admisibile problemei (GLPP) decît în vîrfurile care nu sînt admisibile problemei (GLPP). Sînt date două teoreme:

Teorema VC1. Soluția optimă a problemei (VC) este o soluție admisibilă problemei (GLPP).

Teorema VC2. Orice soluție admisibilă problemei (GLPP) este o soluție admisibilă problemei (VC) cu

$$y \geqslant \{r/(\alpha + \beta M) + \{(|\mathcal{J}| - r)/\alpha\} \tag{36}$$

unde $|\mathcal{J}|$ noteză numărul de indici în $\mathcal{J}$.

Similaritatea acestor rezultate cu teorema 2.2.1. este evidentă.

2.3. Problema de programare liniară cu minimizarea costului total, inclusiv a costului de lansare (PLCL).

Problema, bine cunoscută în literatură, are ca formulare

$$min\ z = \sum_{i=1}^{n} f_i(x_i), \quad Ax = b, \quad x \geqslant 0$$

unde

$$f_i(x_i) = c_i x_i + M_i \delta_i, \quad M_i > 0, \quad \delta_i = \begin{cases} 0, & \text{dacă } x_i = 0 \\ 1, & \text{dacă } x_i > 0 \end{cases}$$

Utilizînd funcția $\delta_i(x)$ problema (PLCL) devine σPLCL:

$$min\ \sigma_{PLCL} = \sum_{i=1}^{n} c_i x_i + \sum_{i \in \mathfrak{J}} M_i \delta_i(x_i), \quad Ax = b, \quad x \geqslant 0. \tag{37}$$

2.4. Probleme cu restricții {zero, k}

Fie problema de programare matematică în care pentru $i \in \mathfrak{J}$, $x_i \in \{0, k\}$. Astfel de condiții se pot scrie sub forma:

$$x_i \geqslant \frac{x_i}{\alpha_i + x_i} \cdot k \tag{38}$$

$$i \in \mathfrak{J}.$$

$$0 \leqslant x_i \leqslant k$$

Se vede ușor că primele restricții sînt satisfăcute fie pentru $x_i = 0$ fie pentru $x_i \geqslant k - \alpha_i$. De unde alegînd corespunzător pe α_i putem justifica condițiile (38) ca echivalate unor condiții de integritate { zero, k}. Credem că astfel de condiții ar putea fi utilizate mai ales în legătură cu o tehnică SUMT.

Să observăm acum că problema CCLP poate fi modelată

$$max\ cx, \quad Ax = b, \quad x \geqslant 0$$

$$x_i - M_i z_i \leqslant 0$$

$$z_i \geqslant \frac{z_i}{\alpha_i + z_i} \qquad i = 1, \ldots, n \tag{39}$$

$$0 \leqslant z_i \leqslant 1$$

$$\sum_{i=1}^{n} z_i \leqslant r$$

unde M_i este o margine superioară a lui x_i.

2.5. Probleme cu restricții disjunctive. O restricție de forma $x_i \in [l_i, l_i + \alpha_i]$ sau $x \in [L_i - \alpha_i, L_i]$ este echivalentă cu condițiile

$$\begin{cases} x_i^2 - (l_i + L_i) x_i + (l_i + \alpha_i)(L_i - \alpha_i) \geqslant 0 \\ l_i \leqslant x_i \leqslant L_i, \ \alpha_i > 0. \end{cases} \tag{40}$$

Restricțiile (40) sînt o generalizare a restricțiilor (38). Pentru $\alpha_i > 0$ suficient de mici restricțiile (40) sînt echivalentul continuu al condiției discrete

$$x_i \in \{l_i, L_i\}.$$

Astfel încît, o problemă $min\{cx \mid Ax \leqslant b, x_i = l_i$ sau $x_i = L_i, i \in \mathfrak{J}\}$ este echivalentă pentru M suficient de mare, cu

$$min\{cx - \sum_{i \in \mathfrak{J}} M_i [x_i^2 - (l_i + L_i x_i + (l_i + \alpha_i)(L_i - \alpha_i)]|$$
$$Ax \leqslant b, l_i \leqslant x_i \leqslant L_i, \alpha_i > 0\}$$

Pentru $l_i = 0, L_i = 1, \alpha_i = 0$ regăsim rezultatul lui Raghavachari [9].

2.6. Problema mulțimii de acoperire (PMA), intens studiată în ultimul timp datorită numeroaselor sale aplicații, se enunță astfel (PMA):

$$min\{cx \mid Ax \geqslant e, x_j = 0 \text{ sau } 1, j \in N\}$$

unde $A = (a_{ij})$ este $m \times n$, $e \in R^m$, $e = (1, ..., 1)$ c și $x \in R^n$, $a_{ij} \in \{0,1\}$ $i \in M = \{1, ..., m\}$, $j \in N = \{1, ..., n\}$.

Echivalentul în variabilele continue ale problemei mulțimii de acoperire (PCMA) se poate enunța: $min\{cx \mid Ax \geqslant e\}$ unde A, x, e, c au specificațiile de mai sus și în plus

$$x_j^2 - x_j + \alpha_j (1 - \alpha_j) \geqslant 0 \tag{41}$$
$$0 \leqslant x_j \leqslant 1$$

sau sub o formă de penalizare:

$$min\{cx - \sum_{i=1}^{n} M_i (x_j^2 - x_j + \alpha_j (1 - \alpha_j) \mid Ax \geqslant e, \tag{42}$$
$$0 \leqslant x_j \leqslant 1, \quad j = 1, ..., n\}.$$

Putem enunța și o problemă de acoperire minimală (PMAM):

$$min \sum_{j=1}^{n} [x_j / (\alpha_j + x_j)]$$
$$Ax \geqslant e \tag{43}$$
$$x_j^2 - x_j + \alpha_j (1 - \alpha_j) \geqslant 0$$
$$0 \leqslant x_j \leqslant 1.$$

Pentru problema mulțimii de acoperire minimală cu restricții de egalitate, sau problema mulțimii de partiționare minimală (PMPM) avem

$$min \sum_{j=1}^{n} [x_j/(\alpha_j + x_j)] \tag{44}$$
$$Ax = e, \quad 0 \leqslant x_j \leqslant 1, \quad x_j^2 - x_j + \alpha_j (1 - \alpha_j) \geqslant 0.$$

Problema „mulțimii de împachetare" (PMI) se definește ca fiind:

$$max\{c'x \mid Ax \leqslant e, \quad x_j = 0 \text{ sau } 1, \forall j \in N\}$$

și echivalentul ei este:

$$max\{cx + \sum_{j=1}^{n} M_j [x_j^2 - x_j + \alpha_j (1 - \alpha_j)] Ax \leqslant e, \tag{45}$$
$$0 \leqslant x_j \leqslant 1, \quad j = 1, ..., n\}.$$

BIBLIOGRAFIE

1. BALAŞ E., PADBERG M.: *Set Partitioning; A Survey Management.* Sciences Research Report No. 386, Carnegie-Mellon Univesity, 1976.
2. CABOT V.: *On the Generalized Lattice Point Problem and Nonlinear Programming.* Oprs. Res., vol. 23, No. 3, 1975.
3. FALK J. E., SOLAND R. M.: *An Algorithm for Separable Non-Convex Programming Problems.* Management Science 15 (1969), pp. 550—569.
4. GLOVER F., KLINGMAN D. *Concave Programming Applied to a Special Class of* **0—1** *Integer Programs.* Operations Research vol. 21, No. 1, 1973.
5. GLOVER F., KLINGMAN D. *The Generalized Lattice-Point Problem.* Ops. Res., 21, 141—155, 1973.
6. HOANG TUI: *Concave Programming under Linear Constraints.* Soviet Mathematics 5 (2), 1964, pp. 1437—1440, Original russian version in Doklady Academii Nauk SSSR, 1964.
7. KIRBY M., LOVE H., SWARUP K.; *Extrem Point Mathematical Programming.* Management Sci., vol. 18, 1972, pp. 540—549.
8. MARTOŞ BELA: *Nonlinear Programming Theory and Methods.* Akademiai Kiado, Budapest, 1975.
9. RAGHAVACHARI M.; *On Connections Between Zero-One Integer Programming and Concave Programming under Linear Constraints.* Operations Research, vol. 17, no. 4 1969, pp. 680—684.
10. RUBIN, D. S.: *Vertex Generation and Cardinality Constrained Linear Programs.* Operations Research, vol, 23, No. 3, 1975, pp. 555—575.
11. SOLAND R. M.: *An Algorithm for Separable Nonconvex Programming Problems.* II, Nonconvex Constraints, Management Soience 17, 1971, pp. 759—773.
12. TANAHASHI K., LUENBERGER D.: *Cardinality — Constrained Linear Programming.* Stanford University, 1971.

16.XII.1979

R. DROBOT
Catedra de construcții hidrotehnice — I.C.B.
E. MOLDOVEANU
Trustul de lucrări hidrotehnice speciale

Model de programare dinamică unidimensională pentru alocarea apei, ca resursă refolosibilă

Articolul prezintă o extindere a algoritmului de programare dinamică unidimensională, aplicabil în condițiile concrete care se întîlnesc la alocarea apei: variația debitului în lungul rîului și posibilitatea refolosirii apelor uzate, restituite de consumatorii din amonte. Modelul este completat de un exemplu de alocare a apei între mai mulți utilizatori situați în lungul unui curs de apă.

De-a lungul unui curs de apă, la distanțe variabile, sînt amplasate diferite unități cu caracter economic sau social care folosesc apa respectivă în vederea bunei desfășurări a activității. O parte din acestea sînt mari consumatoare de apă, adică restituie numai în parte debitele preluate, (de exemplu, alimentările cu apă potabilă sau industrială, sistemele de irigații), iar altele restituie practic întreaga cantitate de apă utilizată (de exemplu, centralele hidroenergetice). În principiu acești consumatori prelevă apă din rîu, o utilizează și apoi o restituie sub formă de apă uzată. După deversarea în rîu, întrucît pe parcurs există și aporturi suplimentare de debite din afluenți sau schimburi cu apa subterană, după o anumită distanță are loc o omogenizare a amestecului. Consumatorii din aval prelevă această apă supunînd-o eventual unor procese de tratare pentru obținerea apei la parametrii necesari [1].

Pentru calculele de gospodărire a apelor, situația reală din lungul unui rîu este schematizată, utilizatorii de apă fiind grupați în așa numitele secțiuni de cerere. Gruparea în aceeași secțiune se poate face, fie cînd utilizatorii sînt într-adevăr concentrați în secțiune (figura 1a), fie cînd prelevările sînt în

secțiuni diferite, dar restituirea este în aval față de ultimul utilizator și în plus aporturile de debite între secțiuni sînt nule sau neglijabile (figura 1b).

Debitul sursei de apă prezintă variații nu numai în spațiu ci și în timp: ca urmare în exploatare vor apărea și situații în care nu mai este posibilă satisfacerea integrală a tuturor utilizatorilor. Modul de alocare a apei între utilizatori este reglementat prin așa numitele grade de asigurare normate care încearcă să exprime importanța social-economică a obiectivelor deservite de lucrările de gospodărire a apelor; aceste valori prestabilite nu au rezultat pe baza vreunui calcul tehnico-economic [2].

Prin acest mod de rezolvare se ignoră însă efectul economic al folosirii apei de către utilizatori. Practica a arătat că pentru un utilizator dat, între mărimea debitelor prelevate și cheltuielile totale pe care folosirea acestor debite le generează pentru utilizator se pot stabili anumite relații; aceste relații reprezintă „funcțiile de producție ale apei" și exprimă în modul cel mai general efectul economic pe care îl produce valorificarea acestei resurse.

În figura 2 este reprezentată alura funcției de producție a apei, în cazul unui combinat chimic, pentru diferite grade de recirculare instalate [2]. Pe abscisă sînt trecute debitele prelevate; se observă că pentru debite mai mici decît necesarul p_{nec} valoarea funcției crește lent în zona II (corespunzător măririi gradului de recirculare), iar sub p_{min} consumatorii nu mai pot funcționa la întreaga capacitate și se înregistrează pagube prin încetarea parțială sau totală a procesului de producție (zona III).

Funcțiile de producție diferă de la utilizator la utilizator, trebuind stabilite pentru fiecare obiectiv în parte; în practică nu există obligativitatea determinării acestor funcții, iar valorile din zona II și III (figura 2) s-au obținut de multe ori ca urmare a unor situații reale de penurie de apă.

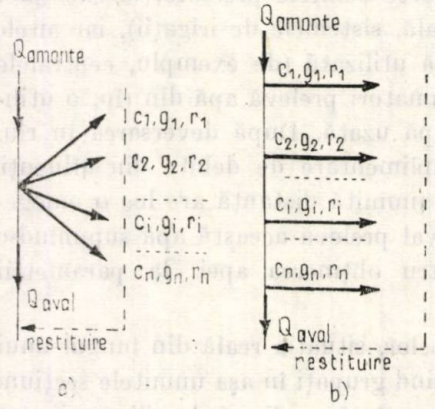


Fig. 1: Exemple de utilizatori care pot fi grupați în aceeași secțiune [2].

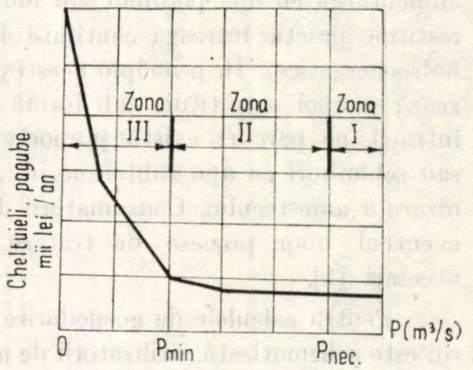


Fig. 2. Funcția de producție a apei [2].

Utilizînd funcțiile de producție ale apei s-a propus [2] ca repartiția apei să se facă folosind algoritmul de programare dinamică unidimensională, relația de recurență fiind scrisă sub forma [2], [3]:

$$f_i(j\Delta) = \text{optimum} \quad [g_i(\lambda\Delta) + f_{i-1}(j\Delta - \lambda\Delta)] \tag{1}$$

$$j = 0,1, ..., s$$

$$\lambda = 0,1, ..., j$$

$$i = 2,3, ..., n$$

și

$$f_1(j\Delta) = g_1(j\Delta);\ j = 0,1, ..., s \tag{1'}$$

unde: Δ reprezintă pasul de variație în domeniul resursei;

s — numărul de intervale ales arbitrar în care se împarte resursa totală;

n — numărul de utilizatori între care se împarte resursa;

g_i — funcția de producție a apei pentru utilizatorul i;

i, j, λ și s sînt numere întregi.

Cunoscîndu-l pe $g_1(x)$ se poate determina pe cale inductivă șirul $\{f_i(x)\}$ și în final $f_n(x)$ adică valoarea optimă a alocării cantității de resursă x pentru n activități [3].

PREZENTAREA MODELULUI

Relațiile (1) și (1') pot fi folosite pentru alocarea apei pe criterii economice numai în cazurile din figura 1 în care este posibilă gruparea utilizatorilor în aceeași secțiune. S-a arătat însă că în realitate utilizatorii de apă sînt situați în lungul rîului la distanțe destul de mari, astfel încît ei vor fi grupați în mai multe secțiuni de cerere, între secțiuni putîndu-se înregistra aporturi de debite din afluenți. De asemenea, în modul de alocare a apei pe întregul rîu considerat ca un ansamblu, trebuie să se țină cont de restituirile utilizatorilor din amonte, aceste debite putînd fi refolosite de utilizatorii din aval de punctul de restituire.

Se va analiza deci o situație complexă, a cărei schematizare este prezentată în figura 3. Prin $A_{i,\ i+1}$ s-a notat aportul de debit dintre două secțiuni succesive. Debitul restituit este funcție de debitul prelevat și de tipul de utilizator. Tripletul c_i, g_i și r_i semnifică debitul captat de utilizatorul i, funcția de producție a apei pentru un același utilizator, respectiv debitul restituit. Pentru toți utilizatorii grupați într-o aceeași secțiune de cerere, în vederea alocării optime se va folosi relația (1) și (1') într-o formă modificată. Astfel, se observă că această relație poate fi rescrisă, toate argumentele fiind numere întregi; în acest fel, un mare număr de operații de tipul $\lambda\Delta$, și $j\Delta$ etc. sînt eliminate în etapele intermediare, iar revenirea la valorile reale se va face doar în etapa de tabelare a modului de repartiție a resursei. În plus, prin

translatarea cu o unitate treptele de debit pot fi utilizate drept indici corespunzători ai variabilelor indexate. Relația de recurență devine deci:

$$f_i(j) = \text{optimum } [g_i(\lambda) + f_{i-1}(j - \lambda + 1) \quad (2)$$

$$j = 1,2, ..., s + 1$$

$$\lambda = 1,2, ..., j$$

$$i = 2,3, ..., n$$

respectiv:

$$f_1(j) = g_1(j);\ j = 1,2, ..., s + 1. \quad (2')$$

Datorită formei particulare a funcțiilor de producție (valoare constantă pentru debite mai mari decît p_{nec}) în relația de recurență se introduc anumite condiții suplimentare. Astfel, în cazul în care debitul echivalent treptei j depășește necesarul p_{nec} al utilizatorului, procesul de căutare a optimului va avea loc numai pînă la treapta λ corespunzătoare lui p_{nec}. De asemenea, în momentul în care debitul rîului devine mai mare decît necesarul primilor k utilizatori ($k < n$), fiecărui utilizator i se acordă debitul solicitat, restul de debit din secțiune fiind lăsat să se scurgă în aval.

Relația (2) și (2') se aplică deci tuturor utilizatorilor situați într-o aceeași secțiune de cerere, iar funcția $f_n(j)$, $j = 1,2, ..., s + 1$ (care reprezintă valori economice optime a alocării apei celor n utilizatori din secțiune, pentru diferite valori j ale resursei), constituie de fapt o funcție de producție a apei pentru secțiunea respectivă. Această observație constituie un pas important în alocarea optimă a apei pe întregul rîu; rezultă că o secțiune, în care există unul sau mai mulți utilizatori poate fi privită ca un singur utilizator complex a cărei funcție de producție (asemănătoare cu cea din figura 2) se poate determina și care restituie apa uzată imediat în aval de secțiune. Se ajunge deci la examinarea situației din figura 4 în fiecare secțiune existînd un singur utilizator. Prin analogie cu relațiile (1) și (2) funcția de producție $f_n^i(j)$ a apei pentru o secțiune i ce rezultă din calculele anterioare va fi notată în continuare cu $G_i(j)$. Cu C_i și R_i s-a notat debitul captat în secțiune, respectiv restituit în aval.

Relația de recurență va avea o formă asemănătoare cu relația (2) și (2'), intervenind în plus restituirile din amonte și aporturile de debit dintre secțiuni. Calculul se desfășoară de la ultima secțiune către prima (din aval spre amonte):

$$F_i(j) = \text{optimum } [G_i(\lambda) + F_{i+1}(j - \lambda + i' + k' - 1) \quad (3)$$

$$j = k, ..., k + m - 1$$

$$\lambda = 1,2, ..., j$$

$$i = N - 1, ..., 2,1$$

și

$$F_N(j) = G_N(j);\ j = k, ..., k + m - 1, \quad (3')$$

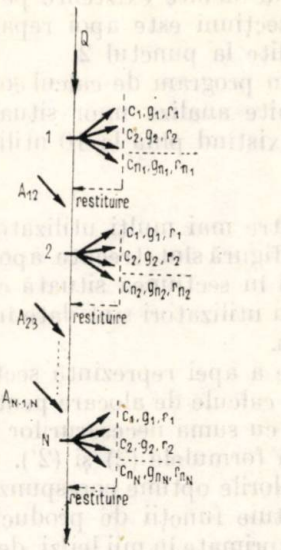


Fig. 3: Schematizarea amplasării utilizatorilor pe un rîu.

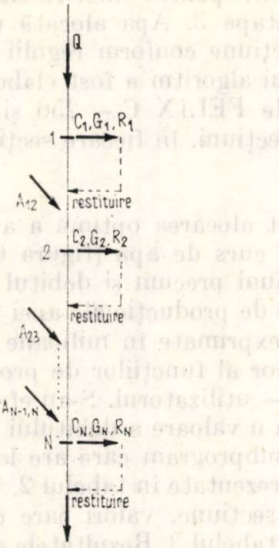


Fig. 4: Etapă intermediară de optimizare.

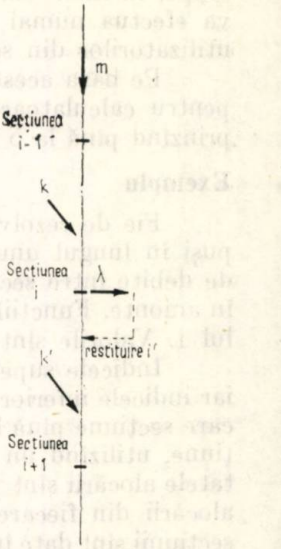


Fig. 5: Semnificația notațiilor din secțiunea curentă.

unde notațiile au următoarea seminificație (figura 5):

i — secțiunea de calcul curentă;

k — aportul de debit între secțiunea $i-1$ și i;

λ — prelevările în secțiune;

i' — restituirile în aval de secțiunea i; $i' = (1-\rho)\lambda$

unde ρ este coeficientul de consum al secțiunii, definit ca medie ponderată, plecînd de la valorile coeficienților de consum ai utilizatorilor din secțiune;

k' — aportul de debit între secțiunea i și $i+1$;

m — debitul natural în secțiunea $i-1$, neafectat de prelevări (ca și cum nu ar exista nici o secțiune de cerere — consum în amonte);

N — numărul de secțiuni de cerere.

F_i și G_i au semnificații similare cu f_i și g_i, numai că se referă la secțiuni considerate ca utilizatori complecși și nu ca utilizatori individuali. Notațiile anterioare : m, k, k', λ și i' reprezintă trepte de debit. Pentru secțiunea 1, $j = k$, iar $m = 1$ adică aportul de debit față de secțiunea din amonte (zona de izvorîre) este chiar debitul natural în secțiune.

Rezultă că pentru alocarea optimă din punct de vedere economic a apei între toți utilizatorii situați în lungul unui rîu se parcurg următoarele etape:

1. Schematizarea situației utilizatorilor și gruparea lor în secțiuni de cerere;

2. Stabilirea regulii de alocare a apei între utilizatorii situați în aceeași secțiune cu ajutorul relației (2) și (2'). Modul de alocare se stabilește pînă la acea valoare a resursei care este egală cu suma valorilor p_{nec} ale tuturor utilizatorilor din secțiune. Rezultatele obținute rămîn valabile atîta timp cît nu se dezvoltă un nou utilizator în secțiune.

3. Alocarea apei între secțiuni cu ajutorul relației (3) și (3') în funcție de situația debitului pe rîu la un moment dat. O dată efectuate primele două

etapă, în mod curent, pentru diferite situații de debite existente pe rîu se va efectua numai etapa 3. Apa alocată unei secțiuni este apoi repartizată utilizatorilor din secțiune conform regulii stabilite la punctul 2.

Pe baza acestui algoritm a fost elaborat un program de calcul conceput pentru calculatoarele FELIX C — 256 și permite analiza unor situații cuprinzînd pînă la 5 secțiuni, în fiecare secțiune existînd pînă la 10 utilizatori,

Exemplu

Fie de rezolvat alocarea optimă a apei între mai mulți utilizatori dispuși în lungul unui curs de apă (figura 6).Pe figură sînt trecute aporturile de debite între secțiuni precum și debitul rîului în secțiunea situată cel mai în amonte. Funcțiile de producție ale apei pentru utilizatori sînt date în tabelul 1. Valorile sînt exprimate în milioane lei/an.

Indicele superior al funcțiilor de producție a apei reprezintă secțiunea, iar indicele inferior — utilizatorul. S-au efectuat calcule de alocare pentru fiecare secțiune pînă la o valoare a debitului egală cu suma necesarurilor în secțiune, utilizînd un subprogram care are la bază formulele (2) și (2′). Rezultatele alocării sînt prezentate în tabelul 2, iar valorile optime corespunzătoare alocării din fiecare secțiune, valori care constituie funcții de producție ale secțiunii sînt date în tabelul 3. Rezultatele sînt exprimate în mii lei/zi, deoarece perioada de penurie este în general de ordinul zilelor. Aceste rezultate parțiale au fost depuse în fișiere pe disc. În etapa următoare, în funcție de debitele existente pe rîu și de rezultatele anterioare s-a stabilit modul optim de alocare între secțiuni utilizînd un subprogram care are la bază formulele (3) și (3′). În figura 7, este prezentată situația prelevărilor și restituirilor în fiecare secțiune, așa cum a rezultat din calculul de optimizare.

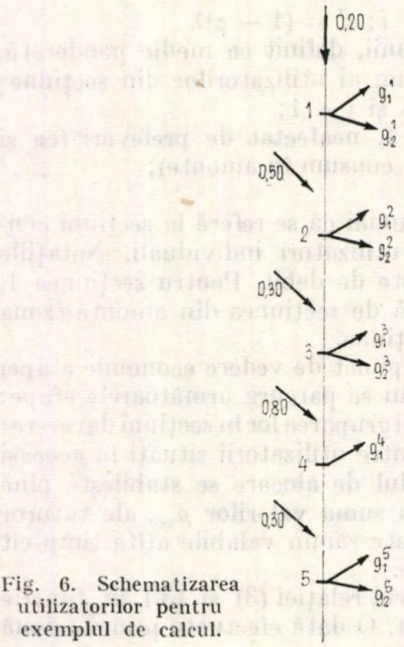


Fig. 6. Schematizarea utilizatorilor pentru exemplul de calcul.

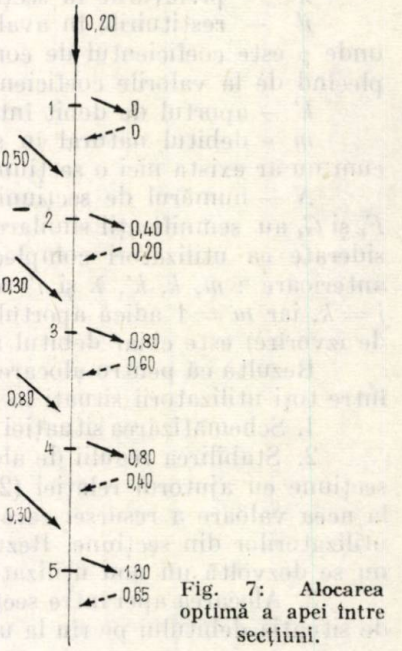


Fig. 7: Alocarea optimă a apei între secțiuni.

Tabelul 1

Funcțiile de producție ale apei [milioane lei/an]

Debit Q	Sect. 1		Sect. 2		Sect. 3		Sect. 4	Sect. 5	
	g_1^1	g_2^1	g_1^2	g_2^2	g_1^3	g_2^3	g_1^4	g_1^5	g_2^5
0.0	5.50	38.0	5.50	95.0	67.0	67.00	95.0	95.0	98.0
0.1	4.97	29.0	4.97	83.5	60.5	60.50	83.5	83.5	85.0
0.2	4.44	20.0	4.44	72.0	54.0	54.0	72.0	72.0	72.0
0.3	3.91	18.5	3.91	60.0	47.5	47.57	60.0	60.0	58.5
0.4	3.38	17.0	3.38	48.0	41.0	41.0	48.0	48.0	45.0
0.5	2.85	15.0	2.85	36.5	34.5	34.5	36.5	36.5	33.5
0.6	2.32	13.0	2.32	25.0	28.0	28.0	25.0	25.0	22.0
0.7	1.79	11.5	1.79	13.0	21.5	21.5	13.0	13.0	16.0
0.8	1.30	10.0	1.30	1.0	15.0	15.0	1.0	1.0	10.0
0.9	0.75	8.0	0.75	1.0	12.88	12.88	1.0	1.0	10.0
1.0	0.20	6.0	0.20	„	10.77	10.77	„	„	„
1.1	0.20	4.65	„	„	8.5	8.5	„	„	„
1.2	„	3.3	„	„	6.0	6.0	„	„	„
1.3	„	3.3	„	„	4.15	4.15	„	„	„
1.4	„	„	„	„	2.3	2.3	„	„	„
1.5	„	„	„	„	„	„	„	„	„

Tabelul 2

Alocarea apei între utilizatorii din secțiune pentru întreaga gamă de valori a debitului [m³/s]

Q	Sect. 1		Sect. 2		Sect. 3		Sect. 4	Sect. 5	
	c_1^1	c_2^1	c_1^2	c_2^2	c_1^3	c_2^3	c_1^4	c_1^5	c_2^5
0.0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0
0.10	0	0.10	0	0.10	0.10	0	0.10	0	0.10
0.20	0	0.20	0	0.20	0.10	0.10	0.20	0	0.20
0.30	0	0.30	0	0.30	0.20	0.10	0.30	0	0.30
0.40	0	0.40	0	0.40	0.20	0.20	0.40	0	0.40
0.50	0	0.50	0	0.50	0.30	0.20	0.50	0.10	0.40
0.60	0	0.60	0	0.60	0.30	0.30	0.60	0.20	0.40
0.70	0	0.70	0	0.70	0.40	0.30	0.70	0.30	0.40
0.80	0	0.80	0	0.80	0.40	0.40	0.80	0.40	0.40
0.90	0	0.90	0.1	0.80	0.50	0.40	0.80	0.50	0.40
1.00	0	1.00	0.2	0.80	0.50	0.50	0.80	0.60	0.40
1.10	0	1.10	0.3	0.80	0.60	0.50	0.80	0.70	0.40
1.20	0	1.20	0.4	0.80	0.60	0.60	0.80	0.80	0.40
1,30	0.1	1.20	0.5	0.80	0.70	0.60	0.80	0.80	0.50
1.40	0.2	1.20	0.6	0.80	0.70	0.70	0.80	0.80	0.60
1,50	0.3	1.20	0.7	0.80	0.80	0.70	0.80	0.80	0.70
1.60	0.4	1.20	0.8	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
1.70	0.5	1.20	0,9	0.80	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80
1.80	0.6	1.20	1.0	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80
1.90	0.7	1.20	1.0	0.80	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80
2.00	0.8	1.20	1.0	0.80	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80
2.10	0.9	1.20	1.0	0.90	1.10	1.00	0.80	0.80	0.80
2.20	1.0	1.20	1.0	0.80	1.10	1.10	0.80	0.80	0.80
2.30	1.0	1.20	1.0	0.80	1.20	1.10	0.80	0.80	0.80
2.40	1.0	1.20	1.0	0.80	1.20	1.20	0.80	0.20	0,80
2.50	1.0	1.20	1.0	0.80	1.30	1.20	0.80	0.80	0.80
2.60	1.0	1.20	1.1	0.80	1.30	1.30	0.80	0.80	0.80
2.70	1.0	1.20	1.0	0.80	1.40	1.30	0.80	0.80	0.80
2.80	1.0	1.20	1.0	0.80	1.40	1.40	0.80	0.80	0.80
2.90	1.0	1.20	1.0	0.80	1.40	1.40	0.80	0.80	0.80

Tabelul 3

Funcțiile de producție ale secțiunilor [mii lei/zi]

Q	$f_2^1 = G_1$	$f_2^2 = G_2$	$f_2^3 = G_3$	$f_1^4 = G_4$	$f_2^5 = G_5$
0	119.18	275.34	367.12	260.27	528.77
0.10	94.52	243.84	349.31	228.77	493.15
0.20	69.86	212.33	331.51	197.26	457.53
0.30	65.29	179.45	313.70	164.38	420.55
0.40	60.71	146.58	295.89	131.51	383.56
0.50	56.14	115.07	278.08	100.00	352.05
0.60	51.56	83.06	260.27	68.49	320.55
0.70	46.99	50.68	242.47	35.62	287.67
0.80	42.41	17.81	224.66	2.74	254.79
0.90	37.84	16.36	206.85	2.74	223.29
1.00	33.25	14.90	189.04	2.74	191.78
1.10	28.68	13.45	171.23	2.74	158.90
1.20	24.11	12.00	153.42	2.74	126.03
1.30	22.66	10.55	135.62	2,74	94.52
1.40	21.21	9.10	117.81	2.74	62.01
1.50	19.75	7.64	100.0	2.74	46.58
1.60	18.30	6.19	82.19	2.74	30.14
1.70	16.85	4.74	76.38	2.74	30.14
1.80	15.40	3.29	70.60	2.74	30.14
1.90	13.95	3.29	64.79	2.74	30.14
2.00	12.49	3.29	58.99	2.74	30.14
2.10	11.04	3.29	53.21	2.74	30.14
2.20	9.59	3.29	47.40	2.74	30.14
2.30	9.59	3.29	41.59	2.74	30.14
2.40	9.59	3.29	35.81	2.74	30.14
2.50	9.59	3.29	30.00	2,74	30.14
2.60	9.59	3.29	24.19	2.74	30.14
2.70	9.59	3.29	18.41	2.74	30.14
2.80	9.59	3.29	12.60	2.74	30.14
2.90	9.59	3.29	12.60	2.74	30.14
3.00	9.59	3.29	12.80	2.74	30.14

Tabelul 4

Debitele alocate utilizărilor [m³/s]

Secțiunea 1		Secțiunea 2		Secțiunea 3		Secțiunea 4	Secțiunea 5	
c_1^1	c_2^1	c_1^2	c_2^2	c_1^3	c_2^3	c_1^4	c_1^5	c_2^5
0	0	0	0.40	0.40	0.40	0.80	0.80	0.50

CONCLUZII

Modelul realizează optimizarea alocării apei pe ansamblul unui rîu pe baza unor criterii economice și este util în special în perioadele secetoase. În funcție de situația debitelor în lungul rîului și de valoarea economică a folosirii apei de către utilizatori organul de exploatare a apelor pentru bazinul hidrografic respectiv poate să stabilească în mod rapid și eficient reguli de repartiție a apei între utilizatori.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * *Manualul inginerului hidrotehnician.* Vol. I, Editura tehnică, 1969.
2. PÂRVULESCU C.: *Optimizarea repartiției resurselor de apă.* Studii de economia apelor. Vol. II, ISCPGA, București, 1972.
3. BELLMAN R. E.: DREYFUS S. E.: *Programarea dinamică aplicată.* Editura tehnică, București, 1967.

26.III.1978

Dr. N. VIŞINOIU
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Un posibil transfer metodologic între statica construcţiilor şi statistica acestora

Transferul unor metode de calcul poate avea loc uneori între domenii mult îndepărtate. Astfel, autorul încearcă să utilizeze în statistică metodele de calcul elaborate de statică.

Progresul statisticii, ca şi altor ştiinţe, este marcat de amplificarea şi diversificarea fondului de metode şi concepte vehiculate, ca şi de transferul de metodologie. Creşterea posibilităţilor de cunoaştere, ca urmare a utilizării în statistică a unor metode fundamentale din afara sa, îndeamnă la efectuarea unor astfel de transferuri, chiar dacă pot să apară unele rezerve privind compatibilitatea lor.

Apropierea pe care o încercăm între statică şi statistică, două discipline ştiinţifice ce pot fi considerate total diferite, în pofida rădăcinii aparent comune a denumirii lor, are ca obiectiv găsirea unui nou punct de vedere, asupra perioadei de timp analizate. Pe scurt, statica este o parte a mecanicii care studiază sistemele de forţe în vederea stabilirii condiţiilor de echilibru ale corpurilor, în timp ce statistica studiază fenomenele economice de masă, folosind metode proprii de analiză. Vom preciza şi mai bine domeniul care ne va furniza conceptele şi metodele de calcul — statica construcţiilor — arătînd că aceasta studiază metodele de determinare a eforturilor şi deformaţiilor în structurile alcătuite din bare.

Se vor efectua o serie de analogii cu scopul de a se obţine adaptarea unor noţiuni şi relaţii de calcul, în vederea tratării perioadei de timp, ca pe un suport al valorilor statistice ce se distribuie de-a lungul ei. Desigur că în cazul seriilor dinamice, nu este aplicabilă întreaga teorie a statisticii, se vor folosi doar unele relaţii fundamentale, ce pot conduce la determinări inedite, privind perioada căreia îi este ataşată seria.

Vom începe prin a face apel la conceptul de forţă, concept fundamental în mecanică şi rezistenţa materialelor. Prin analogie cu forţa, care este o

mărime ce măsoară interacțiunea mecanică a corpului din natură, putem defini indicatorul ca o mărime ce măsoară interacțiunea fenomenelor din economie. Indicatorul ca și forța poate să fie considerat un vector, deoarece este caracterizat prin mărime, direcție, sens, punct de aplicație. Toate acestea vor fi ușor sesizate în reprezentările grafice pe care le vom elabora ulterior.

Pentru a putea aplica relațiile fundamentate de statică, trebuie să considerăm perioada investigată ca fiind analogă cu o bară dreaptă simplu rezemată, solicitată la încovoiere după încărcarea ei cu valorile indicatorului luat în considerare. Pentru aceasta vom aminti că bara este definită de mecanică ca un solid rigid, care are două dimensiuni foarte mici, în raport cu cea de-a treia. În același sens, ne servește și definiția dată timpului: formă fundamentală de existență a materiei în mișcare.

Deci caracterul material al timpului poate fi invocat ca o justificare pentru reprezentarea acestuia printr-un corp solid, reprezentare care ne va permite calculul momentului, adică al efectului valorii unui indicator, în raport cu un punct de pe axa barei (perioadei). Prin definiție, momentul unei forțe (indicator) în raport cu un punct este un vector a cărei mărime este egală cu produsul dintre mărimea forței și distanța dintre aceasta și punctul de referință.

Calculînd momentul, se obține o nouă măsură a seriei de valori a unui indicator, măsură care ne pare a fi mai completă decît determinările curente, deoarece presupune multiplicarea mărimii indicatorului cu durata exprimată în unități de timp.

În legătură cu cele prezentate, trebuie să reamintim că noțiunea de moment, definită de mecanică, ca fiind capacitatea forței de a provoca o mișcare de rotație, este utilizată de mult timp în statistică, la caracterizarea variației seriilor de frecvențe. Termenul de moment, își păstrează sensul și în contextul calculelor făcute pentru determinarea gradului variației seriei, deoarece este stabilit prin înmulțirea frecvențelor fiecărui interval (care au rolul de forțe), cu distanța pînă la poziția originei.

Un principiu cu largă aplicabilitate în statică este principiul acțiunii și reacțiunii. Acest principiu are următoarul enunț: ori de cîte ori un corp acționează asupra altuia cu o forță, numită acțiune, cel de al doilea corp acționează și el asupra primului cu o forță egală și de sens contrar, numită reacțiune, sau forță de legătură.

În cazul nostru, reacțiunile au semnificația unori valori ce măsoară forța de legătură a perioadei de referință cu perioadele vecine, în punctele de joncțiune. O formă de manifestare a interacțiunii dintre perioade, este dependența valorilor seriei dinamice din perioada studiată, de valorile înregistrate în perioada anterioară. Este important de reținut, că forțele și reacțiunile formează un sistem în echilibru, care stă la baza formulelor pe care vom încerca să le aplicăm, în contextul unei perioade ce are atașate valorile unui indicator.

Deoarece am convenit să ne imaginăm perioada de timp, ca pe o bară simplu rezemată, supusă la încovoiere, putem beneficia de relațiile pentru calculul acestui caz. Pe de altă parte, trebuie să avem în vedere că baza este ipotetică, și ca urmare, nu se poate efectua întregul calcul de dimensionare și verificare. De aceea ne vom limita doar la prima parte a acestuia, care se referă la studiul eforturilor interioare.

În legătură cu încovoierea unei bare sub acțiunea unei sarcini verticale, sînt cunoscute următoarele concluzii:

— Forțele interioare, se reduc la o forță tăietoare T și la un moment încovoietor M, care variază în lungul barei.

— Forța tăietoare T într-o secțiune este egală cu suma tuturor forțelor exterioare care se află de aceeași parte a secțiunii. Forța exterioară din stînga se consideră pozitivă dacă este îndreptată în sus și negativă dacă este îndreptată în jos, iar pentru forțele din dreapta semnele se iau invers.

— Momentul încovoietor M într-o secțiune dată este egal cu suma momentelor forțelor exterioare aflate de aceeași parte a secțiunii. Secțiunea în care momentul încovoietor atinge valoarea maximă se numește secțiune periculoasă. Dacă avem în vedere valorile unui indicator, această secțiune marchează locul în care se înregistrează efectul maxim al seriei.

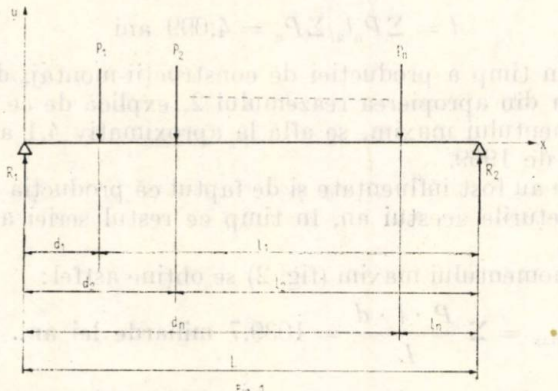
Pentru ilustrarea modului cum variază valorile lui T și M în diverse secțiuni, în funcție de distanța acestora față de originea aleasă, se construiesc diagrame de forțe și momente. În acest scop se alege de obicei ca origine, reazemul din stînga, se calculează reacțiunile sub acțiunea sarcinii studiate, se calculează forța tăietoare și momentul încovoietor în diferite secțiuni și se reprezintă grafic variația acestora față de o linie de referință paralelă cu axa barei. Diagrama utilizată de statică marchează pe axa absciselor, distanța în spațiu, spre deosebire de statistică care folosește aceeași axă pentru a marca distanța în timp.

În continuare vom prezenta relațiile pentru o bară simplu rezemată, încărcată cu sarcini concentrate vertical și vom face calculele pe baza valorilor producției de construcții-montaj prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

miliarde lei

1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
44,3	48,3	51,8	55,8	57,6	61,7	65,2	81,8



* Datele folosite sînt luate din Anuarul Statistic

Pentru stabilirea formulelor utilizate în calculul reacțiunilor R_1 și R_2 se scriu ecuațiile de momente în raport cu cele două reazeme (fig. 1). Determinarea valorii lui R_1 se face cu ajutorul relației:

$$\Sigma M_2 = R_1 L - \Sigma P_n l_n = 0$$

de unde $R_1 L = \Sigma P_n l_n$ și rezultă

$$R_1 = R_{1969} = \frac{P_n l_n}{L} = 212{,}15.$$

Pentru determinarea valorii lui R_2 folosim o relație asemănătoare:

$$R_2 L = \Sigma P_n d_n$$

de unde

$$R_2 = R_{1978} = \frac{\Sigma P_n d_n}{L} = 253{,}65.$$

Valorile R_1 și R_2, pot să fie considerate expresii cantitative ale forțelor de legătură ce există între perioada analizată și perioadele anterioare și posterioare. Se remarcă existența unei conexiuni mai puternice cu viitorul, pusă în evidență de inegalitatea $R_{1978} > R_{1969}$, rezultată ca urmare a tendinței de creștere a producției.

Verificarea echilibrului se realizează prin:

$$R_{1969} + R_{1978} = 212{,}15 + 253{,}65 = \Sigma P_n = 44{,}3 + 48{,}3 + \ldots + 81{,}1 =$$
$$= 465{,}8 \text{ miliarde lei.}$$

Stabilirea secțiunii în care momentul încovoietor are valoare maximă, se face calculînd distanța dintre secțiune și cele două reazeme.

Distanțele d și l, la care se află momentul maxim față de reazemul 1 și 2, se obține astfel:

$$d = \Sigma P_n d_n / \Sigma P_n = 4{,}901 \text{ ani}$$

$$l = \Sigma P_n l_n / \Sigma P_n = 4{,}099 \text{ ani}$$

Creșterea în timp a producției de construcții-montaj, deci valorile mai mari ale acesteia din apropierea reazemului 2, explică de ce secțiunea corespunzătoare momentului maxim, se află la aproximativ 4,1 ani de 1978 și la aproape 4,9 ani de 1969.

Rezultatele au fost influențate și de faptul că producția anului 1977 este exprimată în prețurile acestui an, în timp ce restul seriei a fost evaluat în prețuri 1963.

Valoarea momentului maxim (fig. 2) se obține astfel:

$$M_{max} = \Sigma \frac{P \cdot l \cdot d}{L} = 1039{,}7 \text{ miliarde lei ani.}$$

Aceleași rezultate exprimate în miliarde lei ani, se obțin și prin utilizarea relațiilor:

$$M_{max} = R_1 d = R_2 l.$$

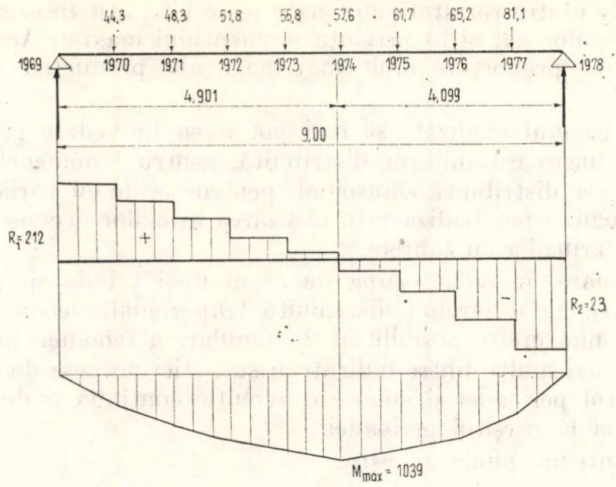


Fig. 2.

Căutînd o interpretare statistico-economică pentru momentul maxim, am constatat că el reprezintă efectul maxim al întregii serii de date, care ține seamă atît de mărimea termenilor seriei, cît și de distanța care îi desparte în timp. Pe baza acestor considerente, apreciem că prin calculul momentelor, se obține o caracterizare mai completă a dinamicii fenomenelor, în comparație cu metodele statistice consacrate. În legătură cu unitatea de măsură — lei ani — folosită pentru a exprima mărimea momentului, trebuie arătat că statistica folosește curent asemenea unități combinate (tone, km, kwh etc.)

Rezultatele obținute din calcule, au servit la elaborarea diagramei forțelor și momentelor, în conformitate cu regulile stabilite de statică.

Cu toate că diagrama a fost concepută de statică, pentru a vizualiza eforturile din bare putem considera că ea este utilă și statisticii, pentru a crea o nouă imagine a efectului seriilor dinamice asupra perioadelor analizate.

Pentru comparație, s-au făcut aceleași calcule folosindu-se valorile producției de construcții-montaj înregistrate în perioada 1960—1967 (tabelul 2)

Tabelul 2

miliarde lei

1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
14,24	16,23	18,94	21,50	23,92	25,77	28,34	33,60

S-au obținut rezultatele:

$$\Sigma P_n d_n = 930{,}92;\ \Sigma P_n e_n = 771{,}94;\ \Sigma P_n = 182{,}54$$

$$R_{1959} = 79{,}104;\quad R_{1968} = 103{,}436;\quad d = 5{,}099;\quad e = 3{,}901$$

$$M_{max} = 403{,}35$$

Diferențele dintre rezultate sînt ușor sesizabile, atît în ceea ce privește mărimea reacțiunilor, cît și în privința momentului maxim. Aceste diferențe sînt explicate de proporțiile mult mai mari ale producției din perioada 1970—1977.

În afara cazului analizat, se mai pot avea în vedere grinzile simplu rezemate, cu o încărcare uniform distribuită, pentru fenomenele staționare, sau cu o încărcare distribuită sinusoidal, pentru seriile cu variații sezoniere.

Alte analogii se pot realiza prin utilizarea grinzilor cu console, a grinzilor continue, sau a grinzilor cu zăbrele.

În continuare, ne vom ocupa de cazul unei grinde simplu rezemate (fig. 3) încărcată cu o sarcină distribuită trapezoidal, deoarece acest caz ne pare a oferi mai multe posibilități de simulare a fenomenelor de creștere economică. Cei mai mulți dintre indicatorii statistici pornesc de la un anumit nivel la începutul perioadei și cunosc o evoluție continuă și de regulă ating un nivel superior la sfîrșitul perioadei.

Sarcina într-un punct x este:

$$p(x) = a + (b - a)\frac{x}{L}\cdot$$

Sarcina totală F se obține din:

$$F = \int_0^L p(x)\mathrm{d}x = \int_0^L \left[a + (b-a)\frac{x}{L}\right]\mathrm{d}x = \frac{a+b}{2}\cdot L.$$

Din ecuația de momente se obțin relațiile pentru calculul reacțiunilor:

$$R_2 = \frac{1}{L}\int_L^0 x \cdot p(x)\ \mathrm{d}x = \frac{L}{6}(a + 2b).$$

În mod similar stabilim:

$$R_1 = \frac{L}{6}(2a + b).$$

Echilibrul static presupune verificarea egalității, $R_1 + R_2 = F$ adică:

$$\frac{L}{6}(a + 2b) + \frac{L}{6}(2a + b) = \frac{L}{2}(a + b).$$

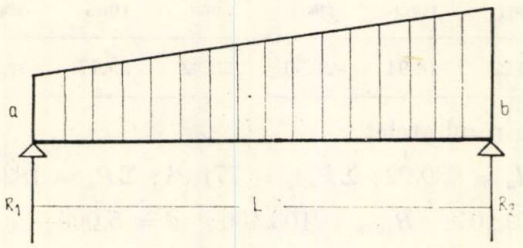


Fig. 3.

Diagrama de forțe tăietoare este redată de figura 4:

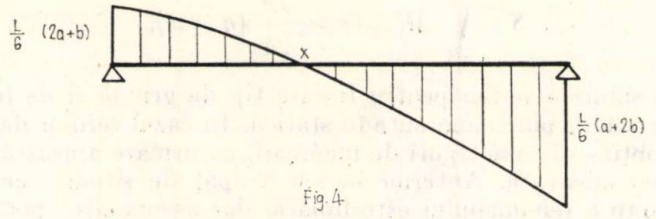


Fig. 4

Mărimea forței tăietoare în punctul x, este:

$$T(x) = R_1 - \int_0^x p(z)\mathrm{d}x = 0$$

adică:

$$3(b-a)\,x^2 - 6Lx - (2a+b)L^2 = 0.$$

Dacă notăm $\frac{x}{L} = u$ se obține ecuația de gradul doi

$$3(b-a)u^2 + 6au - 2a - 2 = 0.$$

Pentru $b \neq a$, deoarece soluția negativă nu convine, rezultă

$$u_1 = \left[-a + \frac{1}{3}\sqrt{3a^2 + 3ab + 3b^2} \right] \frac{1}{b-a}.$$

Revenind la notația inițială, rezultă mărimea lui x_1, care indică locul unde se anulează forța tăietoare și se obține momentul maxim:

$$x_1 = \left[\sqrt{\frac{1}{3}(a^2 + ab + b^2)} - a \right] \frac{L}{b-a}.$$

Atunci cînd nivelul indicatorului rămîne neschimbat și avem o încărcare uniform distribuită: $b = a$ iar $x_1 = \frac{1}{2} L$ rezultă că momentul încovoietor este:

$$M(x) = R_1 \cdot x - \int_0^x (x - z)\; p(z)\, \mathrm{d}z =$$

$$= \frac{L}{6}\;(2a+b)x - \frac{ax^2}{2} - \frac{x^3}{6L}\,(b-a).$$

Dacă $x = L$, se obține:

$$M(L) = L^2 \frac{2a + b - 3a - b + a}{6} = 0.$$

Suprafața diagramei momentelor, este:

$$S = \int_0^L M(x)\mathrm{d}x = \frac{L^3}{24}(a + b).$$

Calcule similare se fac pentru fiecare tip de grindă și de încărcare, cu ajutorul unor relații bine cunoscute în statică. În cazul seriilor de date statistice, putem obține diverse tipuri de încărcări, ca urmare a ajustării lor, după curba cea mai adecvată. Anterior ne-am ocupat de situația ce apare cînd variația în timp a fenomenului este liniară, dar asemănător pot fi rezolvate și variațiile de tip parabolic, exponențial sau sinusoidal.

Între statica construcțiilor și statistica construcțiiilor, se mai pot realiza și alte analogii. De exemplu, ne putem imagina o grindă care are reacțiunile din reazeme formate din încasările unei întreprinderi de construcții, iar încărcarea constituită din cheltuielile și beneficiile aceleași întreprinderi. Se pot face chiar analogii între diversele tipuri de reazeme și diversele categorii de încasări decadale, lunare, trimestriale. În privința cheltuielilor, putem asemăna cheltuielile curente cu încărcarea uniform distribuită, iar cheltuielile episodice cu încărcările concentrate. Cheltuielile făcute de întreprinderea de construcții înainte de prima și ultima încasare, sînt anologe cu încărcările în consolă. Și în acest caz, se verifică principiul conform căruia sarcinile în consolă încarcă reazemul cel mai apropiat și descarcă reazemul mai îndepărtat.

Condiția pusă în economie, ca suma încasărilor să asigure recuperarea cheltuielilor și obținerea de beneficii, poate să fie asemănătoare cu condiția de echilibru din statică. Iar o altă cerință de natură economică, conform căreia dobînda cheltuielilor trebuie să fie egală cu dobînda încasărilor, este similară cu condiția ca suma momentelor în raport cu reazemele să fie nulă.

Cu toate că posibilitățile oferite de statică pentru studiul statistic al fenomenelor economice din construcții sînt mult mai numeroase, considerăm totuși că s-a obținut o imagine concludentă asupra acestora.

BIBLIOGRAFIE

1. COX D. R., HINKLEY D. V.: *Theoretical statistics*, Chapman and Hall, London, 1974.
2. RĂUTU S., BĂNUȚ V.: *Statistica construcțiilor*. Editura didactică și pedagogică, București, 1972.
3. STOICA M.: *Simularea proceselor economice*. Litografia Academiei de studii economice, București, 1977.
4. VASILESCU AL., PREISLER, G.: *Similitudinea sistemelor elastice*. Editura Academiei R.S.R., București, 1974.
5. VIȘINOIU N.,: *Statistica construcțiilor și transporturilor*. Litografia Academiei de studii economice, București, 1879.

10.X.1979

R. HOMESCU
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Utilizarea memoriilor holografice de mare capacitate

În lucrare se prezintă unele caracteristici ale memoriilor holografice, precum și avantajele și domeniile de aplicație ale acestor tipuri de memorii optice.

Necesitatea dezvoltării sistemelor de prelucrare automată a datelor a orientat cercetarea științifică spre găsirea, pe baza ultimelor descoperiri și în strînsă legătură cu dezvoltarea tehnicii electronice, a soluțiilor optime de memorare a volumelor mari de date și de acces rapid la informațiile stocate. Astfel, apariția holografiei [1] a făcut posibilă orientarea cercetărilor aplicative către realizarea unor sisteme optice de memorare de mare capacitate a informației.

De fapt, orientarea cercetărilor în importantele centre științifice pe plan mondial sînt îndreptate către realizarea unor sisteme optice complexe de prelucrare a informației, în cadrul cărora memoriile holografice capacitive reprezintă doar una din direcțiile de investigație și realizare. La ora actuală există procesoare și calculatoare optice specializate care înlocuiesc, prin performanțele lor de prelucrare și cost, unele calculatoare electronice de proces, sau specializate pe tipuri de probleme. În țara noastră există realizări de succes în direcția prelucrării optice a informației, cum sînt unele procesoare destinate unor calcule matematice standard, precum și în direcția realizării memoriilor holografice [2], [3], [4].

Pentru informarea specialiștilor, vom prezenta cîteva caracteristici ale memoriilor holografice, modul lor de realizare, organizarea informației, calculul capacității de memorare, precum și avantajele și domeniile de aplicație ale calculatoarelor bazate pe astfel de memorii.

Un sistem de memorare holografică a informației constă din următoarele părți componente (fig. 1):

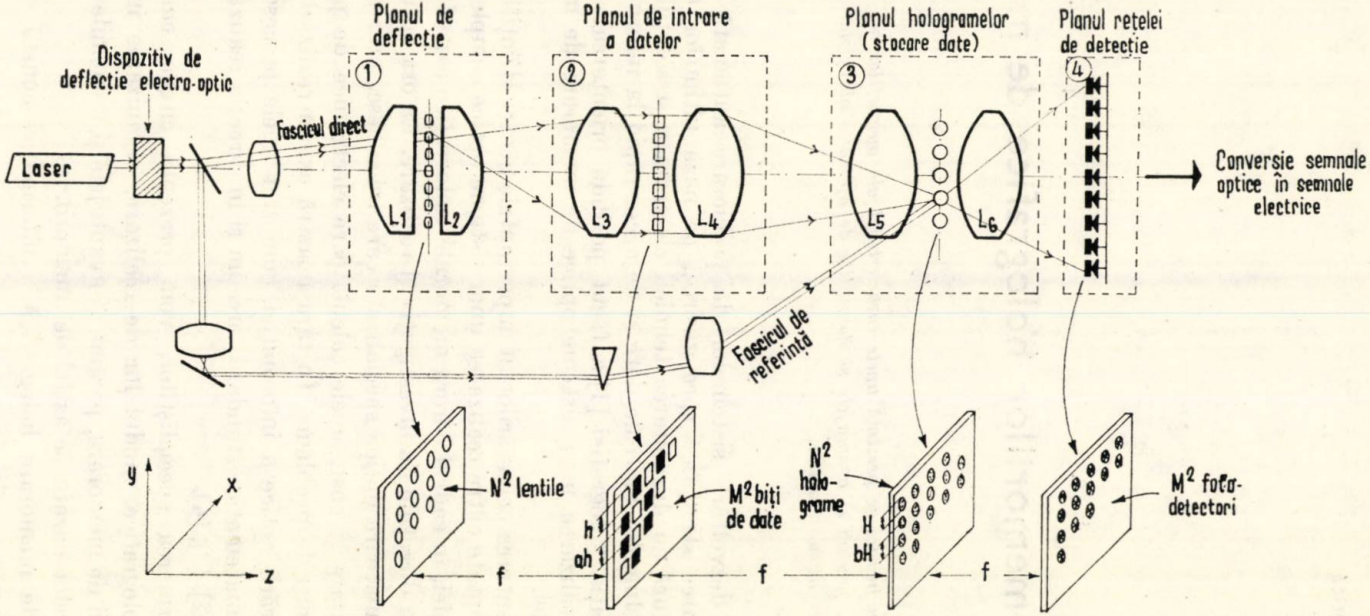

Planul de deflecție
Planul de intrare a datelor
Planul hologramelor (stocare date)
Planul rețelei de detecție
Dispozitiv de deflecție electro-optic
Laser
Fascicul direct
L1
L2
L3
L4
L5
L6
Conversie semnale optice în semnale electrice
Fascicul de referință
y
x
z
N² lentile
M² biți de date
h
ah
N² holograme
H
bH
M² foto-detectori
f
f
f

Fig. 1.

- sursa de lumină coerentă (laserul);
- dispozitivul de deflecție a fasciculului de lumină laser (în planul de deflexie — 1);
- dispozitivul (masca) de intrare a datelor (în planul de intrare a datelor — 2);
- dispozitivul de stocare (înregistrare/memorare) a datelor (în planul hologramelor — 3);
- dispozitivul (rețeaua fotodetectoare) de percepere a datelor memorate (în planul rețelei de detecție — 4);

Funcționarea de principiu a unui astfel de sistem de memorare a datelor poate fi urmărită în fig. 1.

MEMORAREA INFORMAȚIEI

Lumina provenită de la laser se despică în două fascicule: un fascicul direct și unul indirect, de referință — ambele necesare la formarea hologramelor în planul 3. Fasciculul direct străbate planurile 1 și 2, ajungînd pînă în planul 3, iar de aici, în planul 4 (în cazul citirii informației). Aceste plane reprezintă componentele sistemului și sînt formate din sisteme de lentile, fiecare componentă dispunînd de aceeași distanță focală f.

În planul de deflecție, între lentilele L_1 și L_2 se plasează o placă alcătuită dintr-o rețea („ochi de fluture") cu un număr de N^2 lentile care realizează deflecția fasciculului laser (baleiere) către *adresa* dorită din planul datelor de intrare pe care vrem să le memorăm. Mozaicul de lentile, fixate solidar de planul amintit au, așadar, rolul de a permite *accesul* (aleator sau direct) la masca de date binare, pentru obținerea combinației de biți necesari în formarea caracterelor (cifre, litere etc.) ce urmează a fi memorate. În literatura de specialitate [5] sînt descriși deflectori care dispun de performanțe mari. Astfel, se întîlnesc deflectori numiți de „generația a 14-a", care au posibilitatea de a baleia fasciculul laser în $2^{14} = 16.384$ poziții distincte, în mai puțin de 0,5 μsec., cu acces aleator. Cu ajutorul unor astfel de deflectori se pot construi memorii holografice de $1{,}6 \cdot 10^8$ biți, repartizați în $1{,}6 \cdot 10^4$ subholograme.

În planul 2 se găsește o mască formată din M^2 orificii dreptunghiulare, transparente (corespunzînd bitului 1) și netransparente (corespunzînd bitului 0); în particular, $M^2 = 10^4$ orificii (biți). Selectarea combinatorie a acestor orificii, cu ajutorul sistemului de deflecție, determină formarea setului de date binare de intrare.

În planul 3 se găsește matricea de holograme care are dimensiunea de $N \times N$ (în particular $N^2 = 128^2$ subholograme), fiecare subhologramă formîndu-se prin interferarea celor două fascicule laser: fasciculul direct, ce trece prin masca de date și fasciculul de referință. Hologramele fiind formate pe un material fotosensibil, vor înregistra figura de interferență datorată celor două fascicule, reprezentînd în acest fel, combinația de biți de intrare. Înregistrarea unei combinații de biți se face astfel: fasciculul laser este dirijat pe una din lentilele mozaicului care apoi difuzează lumina pe întreaga suprafață a lentilei L_2 și pe suprafața măștii. Cealaltă lentilă, L_4, concentrează

informația „preluată" de la mască, pe o zonă din planul hologramelor formînd, prin interferență cu fasciculul de referință, o primă subhologramă. Prin comutarea (adresarea) fasciculului laser cu ajutorul dispozitivului electrooptic de deflecție, care în același timp sincronizează și poziționează și fasciculul de referință, se selectează o altă lentilă a mozaicului, ceea ce determină înregistrarea — prin același proces de interferență — a unei alte subholograme reprezentînd combinația respectivă de biți ai altei măști poziționate în locul primeia.

CITIREA INFORMAȚIEI ÎNREGISTRATE

Pentru citirea informației înregistrate în subholograme (reconstruirea) se utilizează doar fasciculul de referință, în acest fel devenind „active" doar planele 3 și 4. Fasciculul de referință este dirijat de către dispozitivul de deflecție electrooptic în vederea selectării unei subholograme ce urmează a fi citită. Prin extincția fasciculului direct, întreaga putere a fasciculului laser va fi concentrată în fasciculul de referință, fiind în acest mod posibilă citirea subhologramelor.

Prin trecerea fasciculului de referință printr-o subhologramă selectată se formează imaginea virtuală a acesteia, care este detectată în planul 4 de către matricea fotodetectorilor, formată din M^2 fotodiode. Acești fotodetectori au rolul de a converti semnalele luminoase provenite din citirea subhologramei, în semnale electrice corespunzătoare, formînd intrarea într-un procesor digital ce execută operațiile de prelucrare programate.

DENSITATEA DE ÎNREGISTRARE

Unul dintre cei mai importanți parametri ai unui sistem de stocare optică a informației este *densitatea de înregistrare*.

Pentru determinarea densității de înregistrare este necesar să cunoaștem numărul orificiilor practicate în masca de date, iar acest număr se poate preciza cunoscînd frecvența spațială maximă ce poate fi înregistrată în subhologramă sau frecvența de tăiere a materialului fotosensibil (emulsia foto).

Această frecvență spațială maximă (ν_{max}) se determină conform relației:

$$\nu_{max} = \frac{1}{3}\,\nu_0\,(16 + k^2)^{1/2}, \tag{1}$$

în care ν_0 reprezintă frecvența spațială corespunzătoare unui punct din centrul măștii de date care a fost memorat în hologramă, iar k reprezintă raportul dintre dimensiunea măștii după axa y și după axa x ($k = l_y/l_x$). Frecvența ν_0 se calculează conform relației:

$$\nu_0 = \frac{\alpha}{\lambda}, \tag{2}$$

în care λ reprezintă lungimea de undă a luminii laser, iar α unghiul de incidență al fasciculului de referință pe hologramă.

Dacă d reprezintă distanța dintre centrele a două orificii ale măștii de date, atunci numărul total de orificii (biți) va fi:

$$M^2 = \frac{l_x l_y}{d^2} = k\left(\frac{l_x}{d}\right)^2 \cdot \tag{3}$$

H.Bill [5] a demonstrat că pentru $k = 4$, numărul maxim de biți, ce pot fi memorați este:

$$M_{max} = \frac{1}{2}\,\nu^2_{max}\left(\frac{\lambda f}{d}\right)^2, \tag{4}$$

în care f reprezintă distanța focală (vezi fig. 1). În acest fel, capacitatea de memorare a mediului suport (emulsia), care are frecvența de tăiere ν_{max}, este utilizată optim, doar dacă $k = 4$. În cazul în care $k = 1$, mediul de stocare poate înregistra doar 47% din numărul maxim de biți. Acest aspect este deosebit de important pentru alegerea mediilor suport, întrucît aceste medii pot avea valori diferite ale frecvențelor de tăiere.

Ținînd seama de implicația dimensiunilor măștii de date în procesul de memorare a informației s-au proiectat și realizat măști micrometrice. Distanța d dintre centrele orificiilor se calculează conform relației:

$$d = \left(\frac{6}{\pi}\right)^{1/2} \cdot a \cdot h \tag{5}$$

în care h reprezintă înălțimea orificiului (după axa y), iar a raportul relativ al distanței dintre două orificii învecinate (vezi fig. 1). Dacă $h = 220\ m$, $a = 1$, iar $f = 30$ cm, atunci $d = 300\ \mu m$.

Pentru determinarea densității de înregistrare a informației pe hologramă vom utiliza noțiunea de *densitate medie* de înregistrare [5] care este dată de raportul:

$$<D> = \frac{M^2}{(b \cdot H)^2}, \tag{6}$$

în care H reprezintă diametrul subhologramei, iar b raportul relativ al distanței dintre două subholograme învecinate (vezi semnificația produsului $b \cdot H$ în fig. 1). Dacă ținem însă seama de ν_{max}, de k și de b, atunci densitatea medie va fi:

$$<D> = \frac{\pi^2 \nu^2_{max}\, h}{4(16 + k^2)\, a^2 b^2} \cdot \tag{7}$$

Analizînd ecuația (7), observăm că $<D>$ are o limită superioară determinată de limitele tuturor factorilor din membrul drept al ecuației. Prin următorul exemplu, putem ilustra limita maximă a densității medii de memorare. Considerînd că $a = 1$, $b = 1{,}5$ și $k = 1$, iar mediul suport este o emulsie holo-

grafică de bună rezoluție (adică poate înregistra valori ale lui ν_{max} destul de mari), densitatea medie va fi:

$$<D> = \frac{\pi^2}{32} \cdot \frac{\nu_{max}}{a^2 b^2} = 0{,}137\ \nu^2_{max}. \quad (8)$$

Dacă rezoluția plăcii holografice este 2×10^3 linii/mm ($= \nu_{max}$), atunci $<D> = 5{,}48 \times 10^7$ biți/cm^2.

* * *

Datorită proprietăților și caracteristicilor deosebite pe care le prezintă hologramele, ele își găsesc aplicații numeroase în tehnologia construcției sistemelor de prelucrare optică a datelor, care cîștigă prin utilizarea acestora performanțe însemnate — fiind în acest fel deschisă calea spre introducerea unor astfel de calculatoare în domeniul activității social-economice, caracterizată de volume mari de date și de o problematică complexă.

Printre cele mai importante avantaje pe care le prezintă memoriile holografice enumerăm:

1. Marea capacitate de memorare a informației, caracterizată de densități ce ating valori de 10^8 biți/cm^2, incomparabil mai mult decît a mediilor magnetice (bandă, disc, folii), unde densitatea este de la 10^4 pînă la maximum 10^5 biți/cm.

2. Posibilitatea memorării informației atît sub formă binară, cît și sub formă de texte alfanumerice, cum este cazul documentelor. Posibilitatea memorării unor mari volume de documente pe o singură hologramă implică tehnici speciale de citire a hologramelor. Înregistrarea informațiilor din documente se execută direct, prin holografiere (adică o „fotografiere" în lumină laser) fără codificări prealabile, (ca în cazul înregistrării informației binare cu ajutorul măștii din fig. 1), în timp ce citirea informației necesită o tehnică specială de recunoaștere a caracterelor. Înregistrarea și citirea documentelor cu ajutorul hologramelor își găsește aplicații importante în domeniul activității sociale și economice, unde sînt vehiculate importante volume de date. În acest mod, se pot organiza arhive de documente pe medii holografice, fapt ce prezintă marele avantaj de a micșora considerabil gabaritul documentelor și de a realiza viteze mari de prelucrare a datelor.

3. Viteza mare de citire a informațiilor înregistrate. Astfel, în aproximativ 0,5 microsecunde pot fi citiți 10^4 biți. Această cantitate de informație se citește în cazul mediilor magnetice (bandă, disc) într-un timp mult mai mare. Pe de altă parte, la mediile magnetice amintite apar inconveniente de ordin mecanic, care reduc din viteza de citire a informațiilor (de exemplu, antrenarea benzilor magnetice, turarea discurilor, mișcarea brațelor de scriere/citire). În cazul memoriilor holografice, deplasările mecanice lipsesc aproape în întregime, singurele fiind cele de introducere/extragere a măștilor necesare înregistrării.

4. Memoriile holografice fiind memorii doar pentru citire (ROS = read-only-storage) pot fi utilizate la realizarea și îmbogățirea repertoriului de microinstrucțiuni. Un sistem de prelucrare automată care folosește astfel de memorii devine mai rapid în funcționare, permițînd și o creștere a flexibilității unități centrale de prelucrare, printr-o modificare adecvată a setului de micro-

instrucțiuni. Prin utilizarea unor astfel de memorii doar pentru citire, dat fiind prețul de cost scăzut, s-ar putea apropia foarte mult echipamentele de prelucrare de cerințele utilizatorilor, fără a mai fi necesară intervenția specialiștilor din domeniul calculatoarelor. Acest lucru este posibil prin extinderea firmware-lui. În sensul amintit, se pot realiza microprograme de mare anvergură în care să fie încorporate translatoare de limbaje algoritmice evoluate.

5. Sînt tolerante la erorile de poziționare în sistemul optic din care fac parte. La o poziționare greșită a măștilor amovibile, citirea informațiilor nu este afectată.

6. Spre deosebire de mediile magnetice (bandă, disc, folii), hologramele sînt mai puțin sensibile la impurități (praf) sau zgîrieturi. Hologramele fiind confecționate din sticlă ca mediu-suport, peste care este așezată o emulsie fotosensibilă, se pot sparge. Datorită proprietăților speciale pe care le au, hologramele își păstrează conținutul lor informațional chiar în cazul în care au fost sparte, pentru reconstituirea restului de informații fiind suficientă porțiunea de hologramă disponibilă.

7. Spre deosebire de alte tipuri de memorii, realizează o densitate foarte mare de înregistrare, fără consum permanent de putere.

8. Informația înregistrată este stabilă la perturbații externe. În cazul sistemelor tradiționale, la apariția unei defecțiuni a sistemului de adresare a informației memorate, o parte apreciabilă a informației înmagazinate este alterată.

9. În comparație cu memoriile magnetice, au preț de cost redus datorită tehnologiei de fabricație relativ simplă. Pe de altă parte, la sistemele holografice prețul per bit memorat este cu cîteva ordine de mărime mai mic decît la sistemele de memorare tradiționale — aceasta datorită prețului de cost redus al plăcilor holografice și capacităților mari de memorare a lor. Rezultatele deosebite obținute în prezent deschid perspective foarte mari realizării unor astfel de memorii în sistemele de prelucrare automată a datelor, înscriindu-se în cea de-a patra generație de calculatoare.

BIBLIOGRAFIE

1. GABOR D.: *A New Microscopic Principle.* Nature, 161, 777, 1948.
2. VLAD V. I.: *Sisteme de calcul cu laseri și dispozitive holografice.* În: Viitorul electronicii și informaticii, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1979.
3. VLAD V. I.: *Optoelectronic Computing System Using Holographic Components.* In : Modern Trends in Cybernetics and Systems, Springer Verlag, Berlin, vol. 3, 1975, p. 347.
4. VLAD V. I. ș.a.: *Connection Between Optical Computer CORAL-1 and DDP-11 — via a Laser Transmission Link.* Proc. 3d Conf. on Optical Computing, Visegrad, R.P.U., 1977.
5. HILL B.: *Some Aspects of a Large Capacity Holographic Memory.* App. Opt., vol. 11, nr. 1, 1972, p. 182.

26.III.1980

V. I. HUȚANU
O.I.F.P.C.A. — Suceava

Model de simulare pentru stabilirea succesiunii optime a culturilor agricole irigate

Preocupări în domeniul stabilirii structurii optime a planului de culturi irigate sînt semnalate în țară încă din 1952, cînd I. Ghizelea [1] prezintă o metodă de calcul bazată pe „gradienți specifici" — consum de apă/producție agricolă. Ulterior, problema a fost rezolvată prin programare liniară devenind un exemplu clasic, putînd fi găsit în orice lucrare de specialitate. Dacă această problemă o putem considera astăzi complet elucidată și intrată ca atare definitiv în practica agricolă — problema conexă, aceea a succesiunii optime a culturilor nu a fost încă abordată.

Se știe că dacă două culturi agricole ocupă doi ani la rînd același teren, producția plantei succesoare este influențată de cultura predecesoare. Influența poate fi pozitivă sau negativă, mai puternică sau insesizabilă. În acest mod structura de culturi agricole irigate într-o fermă este influențată și de culturile predecesoare.

Problema stabilirii succesiunii optime a culturilor agricole are o importanță deosebită pentru producție deoarece pe această cale se poate realiza o valorificare mai bună a terenurilor cultivate și se evită unele riscuri.

Rezolvarea problemei stabilirii structurii optime de cultură în acest caz se poate face prin programare liniară așa cum se va vedea în cele ce urmează [2]. Interesant că în acest caz se pleacă de la o structură dată care se supune verificării de-a lungul a cîtorva etape de timp; din acest motiv putem spune că este vorba de o simulare.

S-a considerat că într-o fermă s-a stabilit următoarea structură de culturi foarte obișnuită de altfel:

— 20% soia
— 5% sfeclă de zahăr
— 20% grîu
— 40% porumb
— 15% floarea soarelui.

Urmează să se afle dacă această structură de culturi se menține stabilă de-a lungul a patru ani ținînd cont de compatibilitățile și incompatibilitățile dintre culturile agricole așa cum se arăta mai înainte. Variabilele sistemului (figura 1) sînt procentele de suprafață x_{ij} ocupate de cultura i precedată

ESALONAREA CULTURILOR INTR-UN ASOLAMENT NORMAL

SPECIFICARE	T-1	P DUPA:					G DUPA:					S DUPA:					F DUPA:					FS DUPA:					R	
	T	P	G	S	F	FS	P	G	S	F	FS	P	G	S	F	FS	P	G	S	F	FS	P	G	S	F	FS		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
F φ		0,8	0,9	1,5	2,0	1,0	1,5	0,7	1,0	2,0	0,7	1,5	2,0	-1,0	0,5	0,0	1,5	2,0	0,7	0,0	0,7	1,5	2,0	-1,0	-1,0	-1,0	- MAX	
CULTURILE LA T° — P_1		1					1					1					1					1					= 0,40	a = 0,40
CULTURILE LA T° — G_2			1					1					1					1					1				- 0,20	b = 0,35
CULTURILE LA T° — S_3				1					1					1					1					1			- 0,05	c = 0,05
CULTURILE LA T° — F_4					1					1					1					1					1		- 0,20	d = 0,20
CULTURILE LA T° — FS_5						1					1					1					1					1	0,15	e = 0
CONDITII PENTRU T-1° — 6	P	1	1	1	1	1																					> 0,20	
CONDITII PENTRU T-1° — 7	G						1	1	1	1	1																> 0,40	
CONDITII PENTRU T-1° — 8	S											1	1	1	1	1											< 0,05	
CONDITII PENTRU T-1° — 9	F																1	1	1	1	1						< 0,20	
CONDITII PENTRU T-1° — 10	FS																					1	1	1	1	1	> 0	
	T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	= 1	
ANUL 2 (REZULTATE)		0	0	0,05	0,20	0,15	0,35	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0,05	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0		
		←		0,40		→	←		0,35		→	←		0,05		→	←		0,20		→	←		0		→		
ANUL 3 REZULTATE		0	0	0,05	0,20	0	0,4	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0,20	0	0	0	0	0,10	0	0	0		
		←		0,25		→	←		0,40		→	←		0,05		→	←		0,20		→	←		0,10		→		
ANUL 4 (REZULTATE)		0	0	0,05	0,20	0,1	0,25	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0,15	0	0	0		
		←		0,35		→	←		0,25		→	←		0,05		→	←		0,20		→	←		0,15		→		

P - PORUMB; G = GRIU; S - SFECLA; F = SOIA; FS = FLOAREA SOARELUI

FIG 1

de cultura j, unde i și j parcurg mulțimea culturilor date luînd în considerare toate combinațiile posibile dintre două culturi ($i, j = 1,2, ..., N$). Deci în total N^2 variabile x_{ij}, unde $i, j = 1, 2, ..., N$.

Funcția obiectiv este maximizarea efectului pozitiv pe care-l pot avea unele culturi asupra succesoarelor lor (de pildă cerealele după leguminoase):

$$FO = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} A_{ij}\, x_{ij} = max$$

unde A_{ij} reprezintă coeficientul care indică sporul relativ de producție într-o succesiune (i, j) de culturi.

Restricțiile sistemului sînt formate din două grupe:

— prima are rolul de a impune în calcul structura de culturi predecesoare;

— a doua conține restricții cu privire la proporțiile culturilor succesoare care nu pot depăși anumite limite stabilite pe criterii agrofitotehnice și economice (figura 1).

Simularea s-a făcut pe calculatorul NEAC pentru patru ani consecutivi unde structura rezultată în anul k era considerată precedesoare în anul $k + 1$.

Rezultatul este prezentat în figura 2 în care s-a ținut cont ca succesoarea să se afle în dreptul culturii predecesoare așa cum a rezultat din calcul.

Analizînd datele obținute vom reține următoarele:

a. proporțiile culturilor agricole irigate nu se pot respecta cu strictețe de la an la an, variațiile fiind de ordinul 5—15%, ceea ce contravine părerii comune destul de răspîndite asupra stabilității în timp a structurii culturilor;

b. în cazul analizat fiecare cultură se menține într-un bloc, nedivizîndu-se. În alte cazuri este posibil să apară și acest fenomen de diviziune a culturii în diverse părți ale fermei;

c. între structura anului 1 și cea a anului 4, apare o mare asemănare, ceea ce indică existența unei ciclități

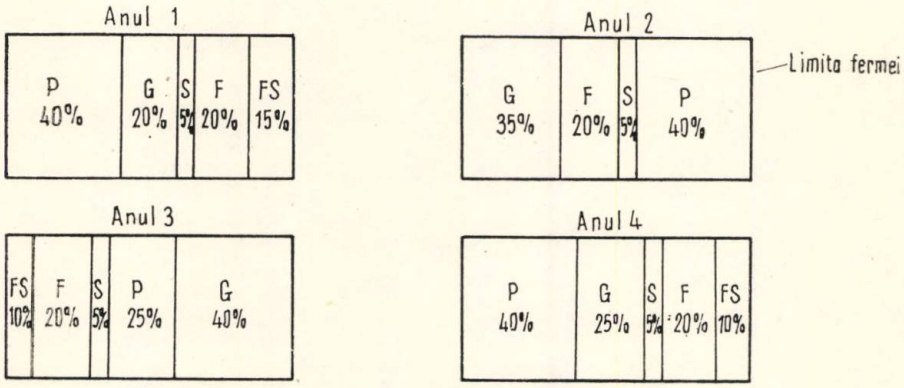


Fig. 2.

d. o succesiune optimă — ținînd cont de faptul că o cultură poate încălca două terenuri deținute de două culturi diferite — este destul de greu de precizat după ochi.

Modelul prezentat asigură obiectivitatea necesară din care cauză această cale a calculului matematic este de preferat.

În forma prezentată modelul preconizat de autor a fost folosit în stabilirea unor planuri de culturi agricole experimentale. Rezultatele arată că intuiția în conducere poate fi folosită, dar succesul este asigurat numai dacă e asistată de tehnica modernă de calcul.

BIBLIOGRAFIE

1. GHIZELEA I.: *Metoda gradienților specifici*. Primul simpozion de irigații, Decembrie, 1953 (ICAR).
2. BERAR U., IONESCU V., NICA I.: *Metode matematice moderne în lucrările de îmbunătățiri funciare*. IDT, 1973.

25.IV.1978

MODELAREA CIBERNETICĂ A PROCESELOR DE PRODUCȚIE

Programul-directivă de cercetare și dezvoltare tehnologică, integrat organic în Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R., stabilește ca linie fundamentală strînsa corelare dintre activitatea de cercetare științifică și nevoile crescînde ale producției materiale și ale vieții sociale. Cercetarea în domeniul științelor economice este chemată să participe în mod direct la soluționarea problemelor creșterii productivității muncii sociale, valorificării superioare a materiilor prime și energiei, reducerii consumurilor, sporirii mai accentuate a eficienței și rentabilității producției. De asemenea, cercetarea economică trebuie să investigheze căile introducerii mai rapide a progresului tehnic în economia națională, ale organizării pe baze științifice a producției și a muncii aducîndu-și totodată o contribuție sporită la analizarea și previzionarea direcțiilor noi de dezvoltare a societății.

În contextul general actual al dezvoltării științei și tehnicii, al aplicării în practica de zi cu zi în diferite domenii ale vieții, a cercetărilor din domeniul ciberneticii și a tehnicilor ei de lucru, în zilele de 29—30 mai a.c., în cadrul Academiei de studii economice a avut loc simpozionul MODELAREA CIBERNETICĂ A PROCESELOR DE PRODUCȚIE organizat de Catedra și Laboratoarele de cibernetică economică.

La lucrările simpozionului au participat cadre didactice, cercetători și specialiști din producție și din centrele de calcul din întreaga țară. În cele trei secțiuni de lucru — modele cibernetice în economie, modele și metode de optimizare în activitatea întreprinderilor, sisteme informaționale și informatice în economie — au fost prezentate peste o sută de lucrări științifice din domenii de mare actualitate.

Lucrările primei secțiuni au abordat criterii de optimizare a dezvoltării economico-sociale și funcțiile lor, posibilități și limite în măsurarea dinamicii variabilelor economice, modele de eficiență a investițiilor, metode și modele de prognoză, particularități ale modelării cibernetico-economice în profil teritorial etc.

În domeniul modelelor și metodelor de optimizare în activitatea întreprinderilor au fost abordate probleme privind optimizarea planificării și

programării producției, a planificării reparațiilor, a aprovizionării tehnico-materiale, optimizarea parametrilor de proiectare în vederea reducerii consumurilor de energie și materii prime, în funcționarea unor agregate din industria metalurgică și a construcțiilor de mașini, proiectarea asistată de calculator a locuințelor etc., utilizînd cele mai moderne metode de cercetare operațională.

În cea de a treia secțiune comunicările prezentate s-au axat pe diferite aspecte ale analizei și proiectării sistemelor informaționale și informatice privind planificarea și urmărirea operativă a costurilor, programarea, lansarea și urmărirea producției, realizarea bazelor de date etc.

Avînd ca motto indicația dată de tovarășul Nicolae Ceaușescu, secretar general al Partidului Comunist Român, la cel de al XII-lea Congres al partidului, potrivit căreia „...cercetarea trebuie să asigure dezvoltarea mai rapidă a bazei proprii de materii prime și energie, valorificarea complexă a rezervelor interne de substanțe minerale, utilizarea intensă a noilor surse de energie, asimilarea de noi produse cu caracteristici superioare, generalizarea mecanizării, automatizării și cibernetizării producției, introducerea de noi tehnologii avansate în toate ramurile producției, care să permită reducerea mai accentuată a consumurilor materiale și energetice, recuperarea și refolosirea materiilor prime și materialelor"..., în cadrul simpozionului a avut loc și o masă rotundă cu tema „Cibernetizarea proceselor de producție în lumina documentelor de partid". Vorbitorii au prezentat probleme actuale și de perspectivă ale elaborării sistemului de modele în procesul de cibernetizare a producției atît la nivel de întreprindere cît și la nivel teritorial.

Cercetările întreprinse și concretizate în comunicările prezentate precum și participările la discuții au evidențiat faptul că aplicarea metodelor moderne în conducerea, organizarea și planificarea activității economice solicită o concepție înaintată în vederea aplicării celor mai noi cuceriri ale științei și tehnicii moderne, în fundamentarea deciziilor și urmărirea realizării lor în vederea atingerii țelului major al partidului și statului nostru — făurirea unei societăți multilateral dezvoltate.

M. Lutic

Stefano Zamagni

GEORGESCU-ROEGEN. I FONDAMENTI DELLA TEORIA DEL CONSUMATORE
Etas Libri, Milano, 1979, 258 p.

Volumul 9 al colecției „Gli Economisti", ce apare sub îngrijirea Mariei Cristina Marcuzzo, este dedicat lui Georgescu-Roegen. Colecția prezintă momentele semnificative din istoria analizei economice (pînă acum Smith, Jevons, Quesnay, Polanyi, Marx, Harrod, Petty, Keynes) relevante pentru desbaterea culturală actuală. Lucrarea cuprinde 6 capitole („Pentru o interpretare a problemei Georgescu-Roegen", „Teoria cererii și paradigmele științifice în economie", „Instrumentele epistemologice ale gîndirii lui Georgescu-Roegen", „Raționalism, ordinalism și dichotomie", „Behaviorism, preferințe și integrabilitate", „Structura necesităților, alegerea direcțională și teoria valorii") și o notă bio-bibliografică.

După o teză susținută în 1975 la Universitatea din Manchester (P. Jenkin Colvin: Structure and Contradiction in Scientific Development: the Case of N. Georgescu-Roegen and the Entropy Law) și după volumul omagial scos în 1976 de Universitatea Vanderbilt (A. M. Tang, F. M. Westfield, S. Worley: Evolution, Welfare and Time in Economics, D. C. Heath and Co., New York) cartea lui Zamagni reprezintă încă o dovadă a interesului viu pentru opera lui Georgescu-Roegen.

Zamagni, consideră examenul critic făcut de Georgescu-Roegen teoriei consumului și caută să surprindă izvoarele și esența „Roegenismului". El sugerează că izvoarele ar trebui căutate în „critica științei" inițiate de Borel și Poincaré și că în esență „Roegenismul" înseamnă demolarea superstiției aritmomorfismului.

Ca o reacție la dogmatismul pozitivist, în 1926 Borel afirma că nici o operație de natură analitică nu ne pune în situația de a distinge un triedru la dreapta de unul la stînga și că singurul mod de a face este recursul la intuiția dobîndită în copilărie, care ne-a permis să distingem mîna stîngă de mîna dreaptă. Analiza logică, simetrică față de toate variabilele considerate, părea că nu poate fi utilizată pentru a reprezenta noțiunea de „sens", legată de conceptul esențialmente nelogic de „identitate".

De fapt, problema care se punea era aceea de a depista rădăcinile sciziunii între două forme ale spiritului pe care Pascal le indicase cu termenii de „spirit geometric" și „spirit de finețe". Zamagni identifică ca program de lucru al „Roegenismului" punerea în discuție a spiritului de finețe.

Este, evident, o schimbare de paradigmă în sensul lui Kuhn.

Georgescu-Roegen a simțit încă din anii '30 că în științele sociale a sosit momentul refacerii uneltelor. Mai mult, a sugerat și o cale. Zamagni îi identifică mesajul epistemologic prin recomandarea de a folosi în investigația științifică pe lîngă modul analitic și modul dialectic.

Gîndirea filozofică modernă face distincție între analiză și dialectică așa cum Pascal făcea deosebire între spiritul geometric și cel de finețe. Analiza presupune demonstrații (plecînd de la ipoteze). Logica este concepută ca un corp de reguli și analiza este concepută ca aplicarea acestor reguli în procesul de cunoaștere.

Metoda dialectică este caracterizată de două aspecte. În primul rînd, trebuie reținut că fenomenul de studiat este văzut ca o solidaritate organică a elementelor ce-l compun, solidaritate care exprimă interdependența reciprocă a raporturilor (variabile în timp) între elementele date. În al doilea rînd, trebuie reținută importanța atribuită schimbărilor calitative, emergenței noului implicat în orice proces evolutiv și deci importanța atribuită situațiilor în care nu se aplică principiul necontradicției.

Dialectica implică viziunea nemijlocită, contactul direct cu relațiile inteligibile. Fără să se mulțumească a prinde intuitiv esențele așa cum propune fenomenologia lui Husserl, ea merge mai departe de la particular la general.

Georgescu-Roegen a observat că metoda analitică este valabilă pentru manipularea conceptelor aritmomorfice (discrete, de tipul numărului) și nu pentru manipularea conceptelor nearitmomorfice care se suprapun, deci care nu cad sub regula terțului exclus, așa cum este cazul conceptelor vagi. Este adevărat că pentru a fi o știință economia trebuie să fie o știință matematică, științele sociale însă au nevoie de reguli noi de utilizare a conceptelor vagi cu care logica clasică nu poate opera.

Este interesant de notat că și Zamagni sesizează noua perspectivă pe care o oferă teoria mulțimilor vagi (fuzzy sets) care se dezvoltă tocmai în acest sens. El se întreabă dacă este vorba de o tentativă de a face aritmomorfice conceptele esențial dialectice sau de semnul unui nou mod de a concepe rolul matematicii, și ajunge la concluzia că e prea devreme de dat un răspuns.

Cercetări recente în matematică (mă refer la teoria toposurilor), care vizează fundamentele, încearcă să explice acum modul natural de existență al conceptelor vagi. Fundamente înseamnă studiu a ceea ce este universal. Construcțiile universale care permit transformări calitative pot explica emergența noului, specifică modului dialectic de a explica mișcarea. Mișcarea în structuri algebrice abstracte de tipul categoriilor modelează de fapt transformări calitative orientate, al cărui studiu poate deschide perspective noi ciberneticii și teoriei sistemelor, mai ales pentru aplicații în științe sociale. Faptul devenirii, piatra de scandal a întregii filozofii, principalul argument al iraționalismului, începe să poată fi și cel explicat. Este vorba, în fond de o nouă metodologie a științei.

Dr. C. V. Negoiță

G. Boldur-Lățescu, I. Săcuiu, E. Țigănescu

„CERCETARE OPERAȚIONALĂ CU APLICAȚII ÎN ECONOMIE"

Editura didactică și pedagogică, București, 1979.

Dezvoltarea revoluției științifice și tehnice contemporane implică promovarea metodelor moderne de conducere, prin aplicarea eficientă a cercetării științifice în domeniul optimizării deciziilor în economie. În vederea realizării acestui obiectiv în literatura de specialitate din țara noastră au apărut numeroase lucrări care au prezentat modelele și metodele cercetării operaționale. Totuși, fiind imposibilă o tratare exhaustivă a diversității și complexității problemelor care apar în conducerea sistemelor economice, este imperios necesar a se publica lucrări de înaltă ținută științifică în acest domeniu, care să răspundă exigențelor actuale ale cititorilor din țara noastră. O astfel de lucrare a apărut recent în Editura didactică și pedagogică. Lucrarea se datorează unor eminenți specialiști și reflectă stadiul actual al metodelor practice ale cercetării operaționale.

Experiența autorilor, care provin din domeniul ingineriei, matematicii și economiei, a asigurat selecționarea, sintetizarea și abordarea interdisciplinară a celor mai reprezentative probleme ce se pot rezolva prin metodele cercetării operaționale.

Lucrarea este sintetizată pe nouă capitole în care se tratează cele mai întîlnite probleme din practica economică.

După o scurtă introducere se prezintă următoarele capitole: programarea liniară, teoria grafelor, analiza drumului critic, gestiunea stocurilor, programarea dinamică, elemente de teoria așteptării, de teoria jocurilor și a deciziei, precum și de programarea operativă a producției.

La fiecare capitol se prezintă exemple și interpretări economice, fundamentarea matematică, iar dacă este cazul se fac referiri la programele standard existente în țară. Trebuie menționat faptul că unele dintre metodele, pachetele de programe citate de autori au fost elaborate de specialiști români sau de colective mixte, în cadrul cooperării științifice internaționale. Dintre metodele datorate cercetătorilor români menționăm metoda utilității globale, iar dintre pachetele de programe PERT-RES.

De altfel, însăși din bibliografia prezentată, care enumeră peste 50 lucrări se poate deduce că aportul specialiștilor români în cercetarea operațională este considerabil. Circa 70% dintre lucrările citate au fost elaborate de cercetători români. Prin sublinierea aportului cercetătorilor

din țara noastră la dezvoltarea unor metode originale de cercetare operațională, la elaborarea unor pachete de programe foarte complexe în acest domeniu și la apariția unui număr impresionant de lucrări de specialitate, autorii reușesc să convingă pe cititor de existența unei puternice școli românești care aplică matematica în economie.

Deși lucrarea este adresată îndeosebi studenților cu preocupări în domeniul aplicării matematicii în economie, totuși datorită diversității problemelor prezentate și a modului practic de abordare, poate fi folosită de numeroși specialiști din întreprinderi, economiști și ingineri, preocupați de perfecționarea metodelor de conducere.

M. Stoica

MATEMATICĂ

1. Să se rezolve sistemul

$$ax + y + z = 1,$$
$$x + ay + z = a,$$
$$x + y + az = a^2,$$

pentru valorile parametrului real a pentru care sistemul are soluție unică.

2. Să se determine numerele reale a, b, și c știind că funcția $f : R \to R$ definită prin

$$f(x) = ax^2 + bx + c,$$

admite un maxim egal cu $\frac{25}{4}$ iar graficul funcției trece prin punctele $(-2, 0)$ și $(1, 6)$.

3. Dacă x_1 și x_2 sînt rădăcinile ecuației

$$x^2 - x + p = 0,$$

să se determine valorile parametrului real p astfel încît să se verifice egalitatea

$$(x_1^3 + x_2^3)^2 + x_1^2 + x_2^2 = 4p + 2.$$

4. Să se traseze graficul funcției $f : R \to R$ definită prin

$$f(x) = \begin{cases} e - 1/x^2, & \text{dacă } x \neq 0 \\ 0, & \text{dacă } x = 0. \end{cases}$$

5. Fie funcția: $f : R \setminus \{a\} \to R$ definită prin

$$f(x) = \frac{x^2 + 2bx + 5}{x - a}$$

a și b fiind parametrii reali.

1) Să se determine a și b astfel încît $f'(-1) = f'(3) = 0$.

2) Să se calculeze $\int_2^3 f(x)\mathrm{d}x$ dacă $a = -b = 1$.

ECONOMIE POLITICA

I. Dezvoltarea planică a economiei naționale.

II. a) Arătați pe scurt de ce producția bunurilor materiale constituie baza existenței și evoluției societății.

b) Arătați care este izvorul valorii și cum se determină mărimea ei.

c) Definiții fondul de acumulare și enunțați factorii de care depinde mărimea absolută a fondului de acumulare.

d) Enumerați formele de manifestare a capitalismului monopolist de stat.

BAZELE PROGRAMARII CALCULATOARELOR

1. *Să se rezolve următoarele exerciții în FORTRAN:*

a) Se consideră secvența de instrucțiuni:

```
INTEGER Y(6), X(8), Z
DATA Y/0,1, — 3,2, — 4,6/
K = 0
DO 10 I = 2,6
K = K + 1
IF = (Y(I — 1) + Y(I)/2
10 IF (IF · GT · 0) X (K) = IF
```

Indicați conținutul vectorului X după execuția ei.

b) Fie secvența de instrucțiuni:

```
READ (105, 200) N, M, ((A (I,J), I = 1, M), J = 1, N)
200 FORMAT (I2, 2X, I2/4 (I9, 11X))
```

Indicați (desenați) structura datelor pe purtătorul extern.

c) Scrieți secvența de instrucțiuni pentru calculul valorii lui T definită astfel:

$$T = \begin{cases} X + Y + Z & \text{dacă } X + Y - Z \leqslant 0 \\ X^3 \cdot Y & \text{dacă } 0 < X + Y - Z \leqslant 5 \\ X \cdot Y + Z & \text{dacă } X + Y - Z > 5 \end{cases}$$

X, Y, Z și T se presupun variabile reale inițializate.

d) Fie X o matrice reală cu M linii și N coloane. Să se scrie un subprogram pentru construcția vectorilor LX și CX, la o singură trecere prin matricea X. Fiecare element al vectorului LX (respectiv CX) este suma elementelor pozitive ale liniei (respectiv coloanei) cu același indice ca și elementul care se construiește.

2. *Să se rezolve următoarele exerciții în COBOL:*

a) Să se scrie rubrica FD și descrierea zonei articol a fișierului FIMP, la imprimantă. Structura articolului este:

— NR-DOCUMENT	4 poziții numerice
— DATA Z	
— ZI	2 poziții numerice
— LUNA	2 poziții numerice
— AN	4 poziții numerice
— SIMBOL	7 poziții alfanumerice
— CANTITATE	5 poziții la partea întreagă, 2 zecimale
— PREȚ	4 poziții la partea întreagă, 2 zecimale
— VALOARE	9 poziții la partea întreagă, 2 zecimale

Se face precizarea că între indicatori se lasă trei spații. Pentru cantitate, preț și valoare se va indica eliminarea zerourilor nesemnificative.

b) Folosind numai instrucțiunile ADD, SUBTRACT, DIVIDE, MULTIPLY, să se scrie instrucțiunile pentru următoarele atribuiri:

$$A := B + C + D$$

$$E := F \cdot G$$

$$H := I - K - L - M$$

$$N := P : R$$

c) Să se scrie — folosind clauza OCCURS, un articol cu 20 componente reprezentînd încasările dintr-un magazin de 20 de produse. Componentele vectorului au 8 cifre la partea întreagă și două zecimale și sînt reprezentate în zecimal împachetat.

d) Se consideră trei zone de memorie: VAL, PLUSURI și MINUSURI. Scrieți secvența de instrucțiuni pentru cumularea conținutului zonei VAL în zona PLUSURI dacă VAL > 0 sau în zona MINUSURI în caz contrar.

e) Scrieți fraza SELECT pentru fișierul cu numele PERSONAL cu organizare directă avînd cheia actuală A-CHEIA și cheia simbolică, S-CHEIA. Dați și descrierea pentru zona cheii actuale.

3. *Să se rezolve următoarele exerciții în COBOL:*

a) Se consideră vectorul INC-LUN al încasărilor lunare și vectorul VINZ-PLAN al vînzărilor lunare planificate pentru perioada unui an. Se cere să se scrie secvența de instrucțiuni, folosind PERFORM pentru calculul îndeplinirii procentuale a planului pe fiecare lună. Procentele calculate vor fi memorate în vectorul PROCENT. Calculul realizării planului se face prin ponderea cu 100 a raportului dintre realizat și plan.

b) Se consideră următoarele elemente:

Valoarea datei	Șablon pentru editare
164	99BBB9
65,32	99 · 999
053,32	ZZZ · 99
000,05	ZZZ · 99
+ 015	+++ 9

Indicați pentru fiecare șablon șirul de caractere generat în memorie.

c) Știind că numele unui fișier secvențial — indexat este FIND, iar al articolului său este INREG, să se scrie toate instrucțiunile din procedură care se folosesc pentru crearea acestuia.

d) Dacă zona de memorie, denumită ZONA, are conținutul:

A	1	5	A	4	A	B

și într-un program există instrucțiunea:

EXAMINE ZONA TALLYING ALL 'A' REPLACING BY ZERO

să se precizeze, după execuția ei, conținutul registrului TALLY și conținutul zonei ZONA.

e) Se consideră zonele de memorie:

```
77  A   PIC   X(6)   VALUE 'ABCDEF'.
77  B   PIC   X(4).
77  C   PIC   X(8).
77  D   PIC   X(3).
```

— să se scrie instrucțiunile prin care se atribuie conținutul zonei A zonelor de memorie B și C;

— să se indice conținutul zonelor de memorie B și C după efectuarea secvenței anterioare;

— redefinind zona C, să se scrie secvența prin care se atribuie primele două caractere din zona de memorie C zonei de memorie D și să se deseneze conținutul lui D.

STATISTICA

A. Mărimile medii: noțiunile generale; media aritmetică și media armonică. Exemple de calcul.

B. 1. Gruparea statistică.

2. Felurile mărimilor relative. Exemple de calcul.

3. Despre activitatea unei întreprinderi se cunosc datele:

Produsele	Cantitatea (bucăți)		Prețul unitar (lei)	
	Perioada de bază	Perioada curentă	Perioada de bază	Perioada curentă
0	1	2	3	4
A	2000	2200	18	17
B	3000	3600	11	10
C	5000	5500	20	20

Se cere:

a) Indicii individuali și de grup ai valorii, volumului fizic și ai prețurilor;
b) Verificarea relației dintre cei trei indici;
c) Creșterea absolută a valorii producției, creșterea absolută a volumului fizic și creșterea (economia) absolută pe seama modificării prețurilor;
d) Structura valorii producției din perioada curentă și perioada de bază (se va lucra cu o singură zecimală la procente).

GEOGRAFIE

1. Afluenții Dunării — grupa de sud; caracterizare geografică complexă.
2. Geografia gazelor naturale și perspectivele utilizării lor.

CONTABILITATE

1. Inventarierea patrimoniului; noțiuni generale, organizarea și desfășurarea (etapele, înregistrarea cu sume a plusurilor și minusurilor).
2. Conturile de calculație a costurilor; conținutul, funcția economică și contabilă; aplicații practice privind înregistrarea cheltuielilor și calculul costurilor producției de bază.
3. Să se înregistreze sub formă de articole contabile și în conturi următoarele operații economice:
a) transferarea la o altă întreprindere a unui mijloc fix cu valoarea de inventar de 100.000 lei și uzura înregistrată de 20.000 lei;
b) recepționarea și depozitarea unui lot de materiale sosite de la furnizori la prețul de facturare de 30.000 lei, cheltuielile de transport — aprovizionare facturate fiind de 1.000 lei;
c) acordarea unui avans spre decontare pentru deplasare la centrală în sumă de 1.000 lei și decontarea acestuia astfel: cheltuieli efectuate 800 lei, restituire la casierie 200 lei;
d) reținerea din retribuția personalului a contribuției pentru pensia suplimentară de 4000 lei și a ratelor pentru mărfurile cumpărate de 25.000 lei și achitarea acestora prin Bancă.

CONTENTS

MANEA MĂNESCU
Homage to President NICOLAE CEAUȘESCU 7
C. BILCIU
Contribution of Economic Cybernetics to Improving the Management of Economic-Social Activity 11
M. BULGARU, ANA BULGARU
Investments in Human Resources. Cost of Man Formation .. 19
V. PESCARU
The Influence of Distributed Informatics on the Evolution of Information Units 29
CAMELIA RATIU SUCIU, V. MURAR
Applying Morphological Analysis in the Control of Technical-Economic Structures 37
V. IONESCU, U. BERAR
Optimal Dimensioning of an Aqueduct with a Minimal Consumption of Energy Included in Materials 47
FLORICA LUBAN, V. DUMITRU
Mathematical Programming Real Variable Models for Integer and Mixed-Integer Problems 57
R. DROBOT, E. MOLDOVEANU
One-dimensional Dynamic Programming Model for Water Allocation as a Reused Resources 67
N. VISINOIU
A Possible Methodological Transference between Constructions Statics and Their Statistics 77
R. HOMESCU
Using Large Capacity Holographic Memories 85
V. HUTANU
Simulation Model for Establishing the Optimal Order of Irrigated Agricultural Crops 93

Critique and Bibliography
Scientific Information

SOMMAIRE

MANEA MĂNESCU
Hommage au Président Nicolae Ceauşescu 7

C. BILCIU
La contribution de la cybernétique économique au perfectionnement de la direction de l'activité économique et sociale 11

M. BULGARU
Investissements en ressources humaines. Coût de la formation de l'homme 19

V. PESCARU
L'influence de l'informatique distribuée sur l'évolution des unités d'informatique 29

CAMELIA RATIU-SUCIU, V. MURAR
Application de l'analyse morphologique au contrôle de certaines structures techniques économiques 37

V. IONESCO, U. BERAR
Dimensions optimales d'un aqueduc à consommation minime d'énergie englobée dans le matériel 47

FLORICA LUBAN, V. DUMITRU
Modèles de programmation à variables réelles pour les problèmes discrets ou mixtes 57

R. DROBOT, E. MOLDOVEANU
Modèle de programmation dynamique unidimensionnelle pour allour l'eau en tant que ressource réutilisable 67

N. VISINOIU
Un transfère méthodologique possible entre la statique des constructions et leur statistique 77

R. HOMESCO
Utilisation des mémoires holographiques de grande capacité 85

V. HUTANU
Un modèle de simulation pour établir la succession optimale des cultures agricoles irriguées 93

Critique et bibliographie

Informations scientifiques

СОДЕРЖАНИЕ

МАНЯ МЭНЕСКУ
Дань уважения президенту Николае Чеаушезку 7
К. БИЛЧУ
Вклад экономической кибернетики в усовершенствовании управления социально-экономической деятельности 11
М. БУЛГАРУ, АНА БУЛГАРУ
Вложения в людские ресурсы. Затраты на формирование человека 19
В. ПЕСКАРУ
Влияние распределенных информатических систем на развитие информатики 29
КАМЕЛИЯ РАЦЮ СУЧУ, В МУРАР
Возможности применения морфологическово анализа при контроле некоторых технико-экономических структур 37
В. ИОНЕСКУ, У БЕРАР
Определение оптимального размера акведукта с минимальным разходом энергии, содержанной стройматериалами 47
ФЛОРИКА ЛУБАН, В. ДУМИТРУ
Модели программирования с реальным переменными длгя дискретных и смешанных задач 57
Р. ДОБРОТ, Е. МОЛДОВЕАНУ
Модель одноразмерного динамического программирования для разпределения воды как переиспользуемого ресурса 67
Н. ВИШИНОЮ
Об одном методологическом перемещении между статикой строительства и его статистикой 77
Р. ХОМЕСКУ
Использование голографической памьти большой ёмкостью 85
В. ХУЦАНУ
Симуляционная модель для определения оптимальной очередности орошенных сельскохозяственных культур 93

Научная информация
Критика и библиография

DE LA

adas
ADMINISTRAȚIA ASIGURĂRILOR DE STAT

Printre asigurările pe care ADAS le pune la dispoziția cetățenilor este și *„asigurarea mixtă de viață"*.

Această asigurare constituie un sprijin bănesc pentru cel care o contractează sau pentru familia sa în cazul survenirii unor evenimente asigurate, neprevăzute și nedorite. Totodată, dă posibilitatea asiguratului să economisească în mod planificat o anumită sumă de bani pe care o va primi la expirarea poliței.

Asigurarea mixtă de viață se mai practică și în alte trei variante, realizate prin extinderea protecției asupra unui număr mai mare de persoane, prin suplimentarea sumei asigurate în cazul survenirii unor anumite evenimente asigurate, ori prin prelungirea în timp a prestațiilor ADAS.

Astfel, în *„asigurarea familială mixtă de viață"* se pot cuprinde toți membrii familiei în vîrstă de la 5 la 65 de ani, oricare dintre aceștia putînd încasa suma asigurată.

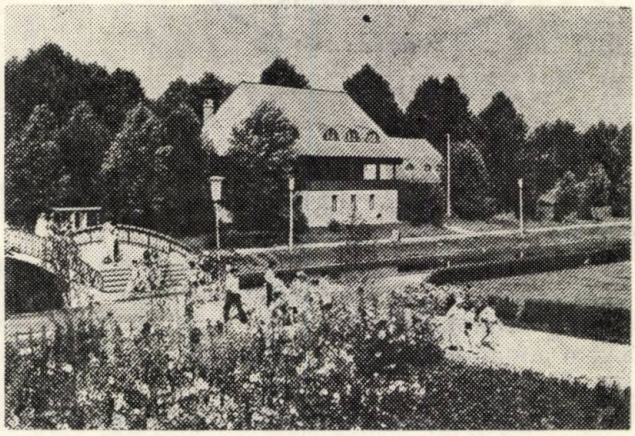
La *„asigurarea mixtă de viață și suplimentară de accidente"* suma asigurată stabilită pentru urmările accidentelor reprezintă de 6 ori suma prevăzută pentru celelalte evenimente cuprinse în această asigurare.

Prin *„asigurarea mixtă de viață cu indemnizație pentru urmași"* se garantează primirea eșalonată a unor sume de bani de către urmașii asiguratului.

Asigurările menționate prezintă o serie de caracteristici comune, dintre care enumerăm:

- Sînt accesibile tuturor persoanelor în vîrstă de la 16 ani pînă la 65 de ani.
- Se pot contracta pe termene de la 5 ani la 15 ani.
- Primele de asigurare sînt diferențiate în funcție de vîrsta persoanei ce se asigură, de durata poliței și de mărimea sumei asigurate, putînd fi achitate și în rate.
- La expirarea asigurărilor la care primele au fost plătite pentru întreaga durată prevăzută în poliță, sumele asigurate se plătesc concomitent cu o indemnizație de 10%.
- Asigurările participă la tragerile de amortizare lunare.

SATUL DE VACANȚĂ CONSTANȚA



Una din casele „SATULUI DE VACANȚA CONSTANȚA

Pe litoral, unde se termină cartierul TOMIS NORD al orașului Constanța și începe stațiunea Mamaia se află un interesant complex turistic al cooperației de consum, SATUL DE VACANȚĂ CONSTANȚA. Frumusețea inedită a acestuia constă în faptul că este alcătuit din 25 unități de alimentație publică și cazare, construite în stilul gospodăriilor țărănești, fiecare reprezentînd specificul unui județ.

Într-o pitorească ambianță folclorică, aceste unități oferă oaspeților posibilitatea de a servi micul dejun, prînzul și cina, de a aprecia gustoasele mîncăruri tradiționale din diferite zone ale țării noastre.

Unele căsuțe, precum și un camping oferă și posibilități de cazare.

În cadrul SATULUI DE VACANȚĂ funcționează magazine și standuri pentru desfacerea articolelor de plajă și sport, confecții, tricotaje, marochinărie, cosmetice, încălțăminte, articole de uz gospodăresc, precum și o gamă bogată de articole de artizanat.

COOP

Lei 15

F 2992

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREŞTI

STUDII ŞI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ŞI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

3

1980

ANUL XIV

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREȘTI

ORSZÁGOS MUSZAKI KÖNYVTÁRES * DOKUMENTÁCIOS KÖZPONT * 1883

STUDII ȘI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ȘI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

3 1980
Anul XIV
Calea Dorobanților, 15-17
tel. 12.77.08.

COLEGIU DE REDACȚIE

Academician Octav Onicescu, prof. Constantin Ionescu, prof. Mircea Bulgaru, prof. Aristide Halanay, prof. Paul Constantinescu, prof. Edmond Nicolau, Ilie Șalapa, Avram Rosen, Hercule Mănescu, Vasile Biță, Valeriu Pescaru, Mircea Enache, Constantin Bilciu, Moisa Altăr, Vincențiu Dumitru, Vasile Ionescu, Ștefan Mustățea, Radu Homescu, Radu Stroe, Mihai Lutic.

SUMAR

M. BULGARU, ANA BULGARU
Tipologii demosociale. Stoc standard de resurse demoeconomice 5

C. BILCIU
Sistem informatic pentru conducerea activității unui institut de învățământ superior 15

M. ALTĂR
Algoritm pentru soluționarea problemei dinamice de producție-transport 25

G. THEILER, L. TŐVISSI
Legi limită pentru valori extremale și unele probleme de control statistic global 39

C. G. APOSTOL
Un limbaj de descriere a indicatorilor economici 51

D. M. ENĂCHESCU
Metode numerice în estimarea densității spectrale 61

CARMEN HARTULARI
Un algoritm euristic pentru echilibrarea liniilor de asamblare 73

G. DIACONESCU
Algoritmi de calcul într-o bază de date statistice 81

AL. ISAIC-MANIU, V. GH. VODĂ
Asupra unei repartiții statistice unidimensionale cu aplicații în fiabilitate 85

GH. BOLDUR
Analiza complexă a sistemelor — o metodologie integratoare a disciplinelor managementului științific 95

Critică și bibliografie

Prof. dr. M. BULGARU
Catedra de cibernetică economică — A.S.E.
ANA BULGARU
Institutul de planificare și prognoză

Tipologii demosociale. Stoc standard de resurse demoeconomice

Pornind de la sarcinile actuale ale resurselor umane se examinează unele variabile care exprimă conexiunile dintre subsistemele demografice (populația tînără, populația demoeconomică și populația vîrstnică) ca și cele din interiorul resurselor demoeconomice, încercîndu-se cuantificarea acestora printr-un grup de indicatori socio-economici.

În continuare, pe baza studierii tendințelor internaționale se prezintă unele tipologii ale structurilor sectoriale (sector primar, sector secundar și sector terțiar) și pe grupe de țări după nivelul lor de dezvoltare (țări subdezvoltate, în curs de dezvoltare, dezvoltate).

Legat de aceste tipologii și pentru a asigura comparabilitatea datelor privind resursele demoeconomice pe sectoare, în special între sectorul primar și secundar (industrie-agricultură) se propune un nou indicator sintetic denumit stoc standard de resurse demoeconomice și care cuprinde și laturile calitative principale ale resurselor de muncă, structura pe grupe de vîrstă a acestora și gradul de calificare.

1. TIPOLOGII DEMOSOCIALE; VARIABILE ȘI CONEXIUNI

Problema tipologiilor demosociale, a conexiunilor dintre acestea și a perfecționării metodelor de cuantificare a resurselor de muncă, a rolului și eficienței investițiilor demografice, dobîndesc în prezent o însemnatate sporită.

În cadrul strategiei generale a dezvoltării și a liniilor sale tactice, se pot dezvălui noi și complexe probleme de conexiuni și interdependențe între dezvoltarea economică, dimensiunea și structura resurselor umane. Problema resurselor umane nu mai poate fi gîndită astăzi izolat și cu atît mai mult proiectată în afara structurilor economice, ambele laturi integrîndu-se într-un proces de interacțiune și continuă modelare. Ținînd seama de sarcinile de perspectivă imediată a economiei românești luînd în seamă și conjunctura demografică mai puțin favorabilă datorită scăderii relative a contingentelor

demografice care urmează să intre în producție în următorul cincinal, una din problemele fundamentale este cunoașterea și identificarea rezervelor și folosirii depline a forței de muncă de care dispune societatea. Aceasta este și rațiunea pentru care înfăptuirea marilor obiective ale noului cincinal 1981—1985, asigurarea progresului material și spiritual în care este angajată țara, depinde în mod hotărîtor de resursele demoeconomice, de structura acestora, de formarea și pregătirea cadrelor, utilizarea rațională a resurselor de muncă parte integrantă a strategiei generale a progresului noii societăți. Aceasta impune de bună seamă o nouă optică în evaluarea resurselor umane, a structurii și dinamicii acestora, a conexiunilor dintre unele subsisteme demografice și demosociale, a costului formării omului și a reconsiderării categoriei de resurse demoeconomice, potrivit cerințelor dezvoltării și desăvîrșirii personalității umane.

Grupele demosociale și socio-profesionale ale R.S. România, sînt prezentate sugestiv în figura 1.

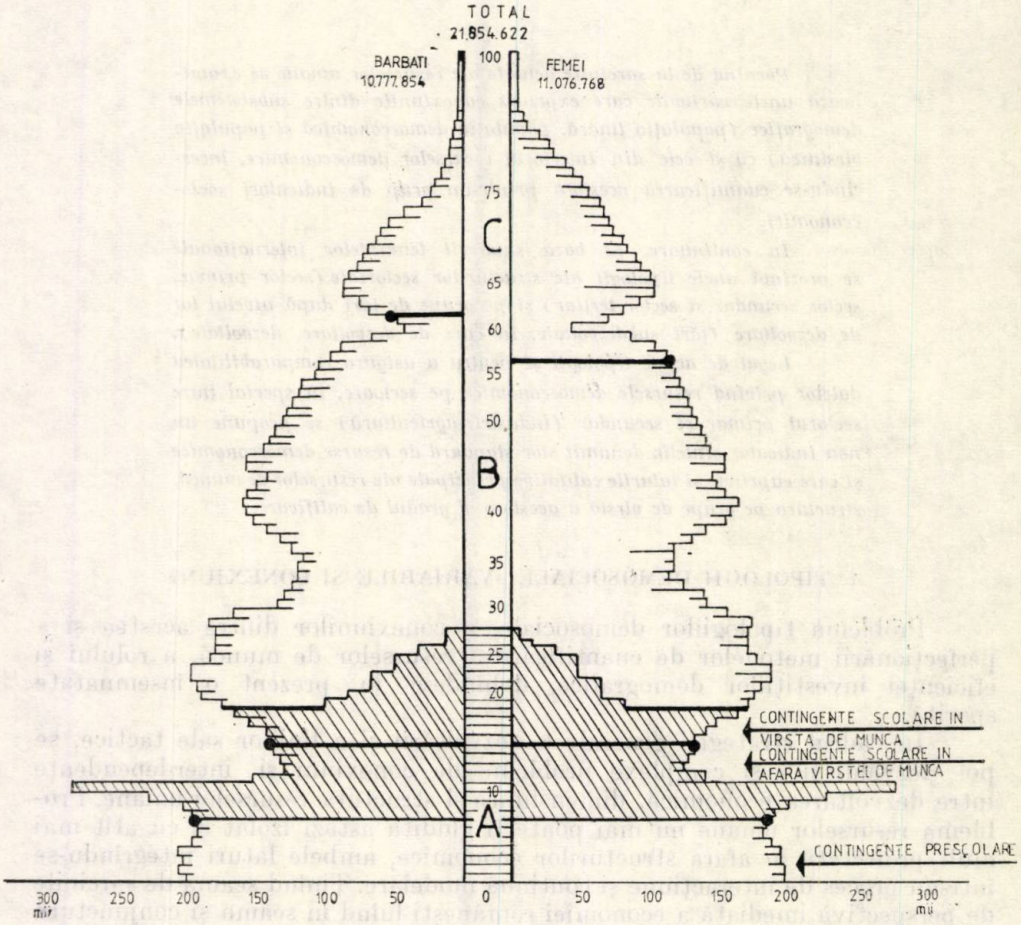


Fig. 1.

Grupa **A.** *Populația tînără* cuprinsă între 0—15 ani, cu cele două subsisteme ale acesteia, contingentele preșcolare de la 0—6 ani și contingentele școlare din aceste grupe de vîrstă de la 6—15 ani.

Grupa **B.** *Populația demoeconomică*, sau resurse demoeconomice, care cuprinde populația considerată din punct de vedere biologico-economic în vîrstă de muncă. Aceste limite de vîrstă potrivit legislației noastre sînt diferențiate pe grupe de vîrstă, sexe și sectoare sociale. Astfel, în general pentru personalul muncitor aceste limite se situează între 16—60 (62) ani bărbați și 16—55 (57) ani femei. Pentru țărănimea cooperatistă și individuală aceste limite, în țara noastră, se consideră între 16—65 ani bărbați și 16—60 ani femei. Limitele superioare de vîrstă sînt considerate și ca prag de pensionare pentru întreaga populație. În această tipologie mai poate fi identificată o grupă de vîrstă școlară, cuprinsă între 16—24 ani care are o mare semnificație pentru înțelegerea fondului problemei care va forma obiect de analiză în continuare.

Grupa **C.** *Populația vîrstnică* sau populația pensionară cuprinsă peste limitele superioare ale resurselor demoeconomice.

În interiorul tipologiei B, care este și cea mai importantă din punct de vedere economic se disting: a) populația aptă de muncă, care reprezintă populația în vîrstă de muncă din care se scade populația inaptă (invalizi de gradul I și II); b) populația activă disponibilă sau potențială care cuprinde populația aptă de muncă din care se reduce populația casnică cu un grad mai redus de ocupare; c) populația activă ocupată care reprezintă populația ocupată, fără cadrele în curs de formare — elevi și studenți ca și militarii în termen; d) populația civilă ocupată; f) și bineînțeles resursele umane ocupate în ramurile producției materiale și în sectoarele de servicii. Între cele trei tipologii (**A, B, C**) și în interiorul acestora, mai ales în ceea ce privește resursele demoeconomice, se statornicesc un șir de relații și conexiuni directe și inverse, unele cu mare mobilitate dinamică și de largă perspectivă. Aceste conexiuni se pot exprima printr-o serie de indicatori care au o mare semnificație economico-socială pentru analiza și orientarea modelului economico-social al resurselor umane:

I. *Indicele potențialului demoeconomic*, dat de raportul dintre populația demoeconomică și populația totală, exprimă potențialul uman productiv al națiunii care trebuie să se situeze în anumite limite de optim pentru a menține echilibrul între populația care poate produce (**B**) și populația consumatoare (**A** + **B** + **C**). Dimensiunea acestei variabile este dată desigur, în principal, de modulul structurilor demografice, de modul cum evoluează natalitatea și durata medie de viață a populației.

II. *Indicele de activitate generală*, dat de raportul dintre populația activă ocupată și populația totală, arată gradul de utilizare generală a potențialului uman productiv al țării. Semnificația acestui indicator trebuie pusă în legătură nu numai cu structura demografică și structura resurselor demoeconomice ci și cu politica de atragere în procesul de instruire a contingentelor școlare din subsistemul demoeconomic, deoarece acestea deși fac parte din populația activă disponibilă nu fac parte din populația activă ocupată. În condițiile unui grad optim de ocupare a resurselor de muncă, prelungirea duratei de școlarizare se constituie ca factor de restrîngere a indicilor de activitate, dar cu un efect calitativ, compensator, investițional într-un fel, care să permită în condiții de maximă eficiență recuperarea investiției educa-

ționale prin creșterea mai rapidă a productivității muncii sociale, ca urmare a sporirii sensibile a muncii calificate.

III. *Indicele de activitate productivă*, dat de raportul dintre populația activă din ramurile producției materiale și populația totală, are o semnificație în plus față de cel anterior și este influențat de modul de distribuție a resurselor de muncă pe ramurile producției materiale, care au un rol hotărîtor în asigurarea progresului general economico-social.

IV. *Indicele de ocupare generală a resurselor de muncă*, dat de raportul dintre populația activă ocupată și populația demoeconomică, exprimă gradul de atragere a populației apte de muncă la activitățile economice.

V. *Indicele de ocupare productivă a resurselor de muncă*, exprimat de raportul dintre populația activă ocupată în ramurile producției materiale și populația demoeconomică, exprimă gradul de distribuție a resurselor de muncă în sectoarele hotărîtoare productive ale economiei naționale.

VI. *Indicii de dependență a sarcinilor sociale* sînt exprimați de raportul dintre populația inactivă (**A** + **C**) și populația activă ocupată. În acest caz pot fi examinați alți doi subindicatori și anume:a) populația activă ocupată în raport cu cea tînără (**A**) și b) populația activă ocupată, în raport cu populația vîrstnică, pensionară (**C**). Analiza se poate adînci desigur luîndu-se în calcul nu toată populația ocupată ci numai populația care lucrează în ramurile producției materiale, fapt ce poate dobîndi o mare semnificație pentru cunoașterea echilibrului real între cei ce produc efectiv și cei care consumă într-o anumită perioadă.

VII. *Indicele potențialului teoretic de școlarizare* este dat de populația de vîrstă școlară (6—24 ani) și populația totală.

VIII. *Indicele de activitate școlară generală* este dat de raportul dintre populația școlară efectivă și populația totală exprimînd efortul de atragere și de cuprindere a contingentelor școlare față de resursele umane totale.

IX. *Indicele de școlarizare generală* este dat de populația școlară efectivă și populația de vîrstă școlară (6—14 ani). Un sens mai real dobîndește această variabilă cînd se analizează gradul de cuprindere în școli a populației pe ani și grupe de vîrstă școlară.

X. *Indicele de activitate școlară a resurselor demoeconomice* este dat de raportul dintre populația școlară efectivă din vîrstele demoeconomice și populația demoeconomică. Acest indicator apare deosebit de important în etapa actuală și reflectă complexitatea proceselor de ridicare calitativă a resurselor umane, de înlocuire treptată a muncii fizice cu munca intelectuală, a muncii simple cu muncă complexă, calificată.

Potrivit datelor publicate în Anuarul statistic al R.S. România nivelul acestor indicatori pe anul 1978 se prezintă astfel:

I.	Indicele potențialului demoeconomic	= 59,08%
II.	Indicele de activitate generală	= 47,08%
III.	Indicele de activitate în producția materială	= 40,71%
IV.	Indicele de ocupare generală a resurselor de muncă	= 79,69%
V.	Indicele de ocupare productivă a resurselor de muncă	= 68,91%
VI.	Indicele de dependență a sarcinilor sociale	= 112,3%

VII. Indicele potențialului teoretic de școlarizare = 30,66%
VIII. Indicele de activitate școlară generală = 22,11%
IX. Indicele de școlarizare generală = 72,1%

Încercînd o caracterizare de ansamblu se poate aprecia că potențialul demoeconomic de peste 59%, ne este favorabil, caracterizînd o structură demografică în general echilibrată, cu unele oscilații ce se vor produce în anumite perioade datorită configurației piramidei vîrstelor.

Indicii de activitate ai țării noastre înscriindu-se în tendințele mondiale, au scăzut de la 51,4% în 1950 la 48,1% în 1973 și la 47,08% în anul 1978. Această tendință se explică prin efectul conjugat în primul rînd al „exploziei școlare", al creșterii duratei învățămîntului în țara noastră, precum și al procesului de îmbătrînire demografică, de prelungire a duratei medii de viață, ca urmare a creșterii nivelului de trai al populației.

În aprecierea evoluției viitoare a indicilor de activitate a resurselor demoeconomice, cel puțin doi factori vor exercita în continuare o anumită influență către o tendință limitată de scădere datorită a) creșterii contingentelor școlare din grupele apte de muncă prin generalizarea învățămîntului de 10 ani și apoi de 12 ani și extinderea învățămîntului superior potrivit cerințelor noi ale economiei; b) creșterii duratei medii de viață a populației, procesului de modificare a structurii grupelor de vîrstă și menținerii relativ constante a duratei medii de viață. Indicele de activitate școlară generală, (gradul de cuprindere în școli, a populației) era în 1978 de 22,11% urmînd să ajungă la sfîrșitul cincinalului 1981—1985 la 27%.

Structura profesională a contingentelor școlare în anul 1978 este prezentată în figura 2.

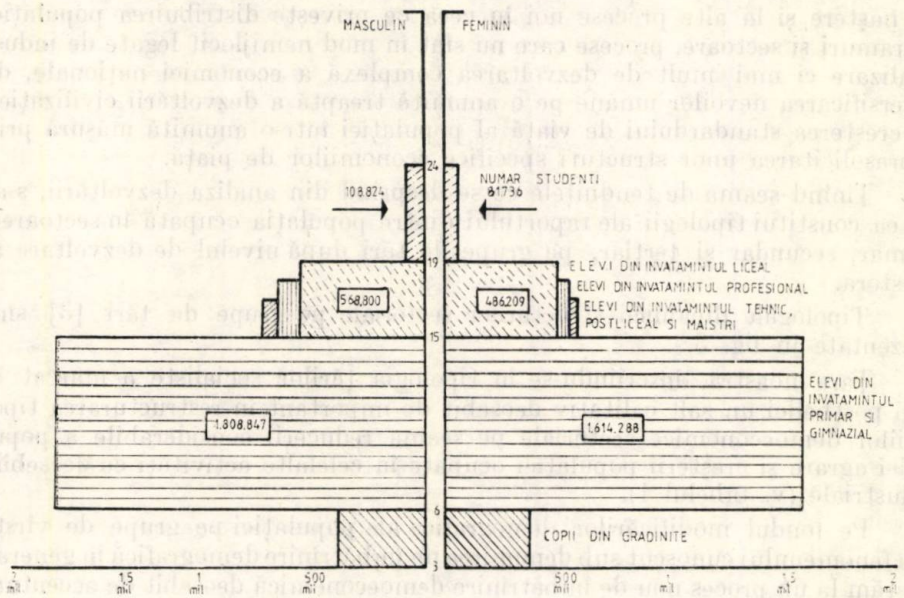


Fig. 2.

Scăderea relativă a indicilor de activitate este în legătură cu progresul tehnic, care cere o forță de muncă tot mai complexă, cu un nivel ridicat de calificare și presează asupra extinderii învățămîntului și prelungirii duratei școlare, micșorînd timpul de muncă în producție din perioada de viață activă. În același timp, structurile demografice influențate de fenomenele de îmbătrînire demografică (lărgind grupa C a populației pensionare) și de întindere demografică (lărgind grupa A a populației tinere) pot să creeze în anumite limite un raport încordat între populația care lucrează și cea întreținută. Sub raport economic scăderea indicilor de activitate în condițiile menținerii gradului de ocupare a populației, la un nivel de optim, reprezintă indirect o investiție ce urmează să fie recuperată printr-un spor de productivitate a muncii sociale care să compenseze creșterea sarcinilor sociale de întreținere a populației în curs de pregătire ca și a populației inactive în general.

2. TIPOLOGII SECTORIALE; STOC STANDARD DE RESURSE DEMOECONOMICE

Tipul de creștere economică, statornicit în anii postbelici, în primul rînd dezvoltarea industrială, a produs modificări în structura economică, cu implicații directe asupra unui nou model de distribuire a resurselor de muncă pe sectoare ale economiei, punînd în mișcare un proces dinamic, complex, de deplasare a resurselor umane din ramuri tradiționale, cu un nivel scăzut de productivitate spre ramuri moderne, legate nemijlocit de progresul tehnic contemporan. Ca urmare a expansiunii industriale se accentuează tendința de scădere a populației ocupate în agricultură și de creștere a sectorului industrie—construcții, cu un ritm mai alert în acele subramuri industriale care valorifică complex și multilateral resursele de muncă. Progresul tehnic dă naștere și la alte procese noi în ceea ce privește distribuirea populației pe ramuri și sectoare, procese care nu sînt în mod nemijlocit legate de industrializare ci mai mult de dezvoltarea complexă a economiei naționale, de diversificarea nevoilor umane pe o anumită treaptă a dezvoltării civilizației, de creșterea standardului de viață al populației într-o anumită măsură prin suprasolicitarea unor structuri specifice economiilor de piață.

Ținînd seama de tendințele ce se desprind din analiza dezvoltării, s-ar putea constitui tipologii ale raportului dintre populația ocupată în sectoarele primar, secundar și terțiar, pe grupe de țări după nivelul de dezvoltare al acestora.

Tipologiile dinamicii structurilor sectoriale pe grupe de țări [3] sînt prezentate în fig. 3.

Țara noastră, înscriindu-se în tipologia țărilor socialiste a marcat în anii postbelici un salt calitativ deosebit de important în restructurarea tipologiilor demoeconomice sectoriale pe seama reducerii considerabile a populației agrare și creșterii populației ocupate în celelalte activități cu deosebire industriale (v. tabelul 1).

Pe fondul modificărilor demografice ale populației pe grupe de vîrstă și a fenomenului cunoscut sub denumirea de îmbătrînire demografică în general, asistăm la un proces nou de îmbătrînire demoeconomică deosebit de accentuat în ramura agriculturii, alimentat de modelul de migrație a populației agricole

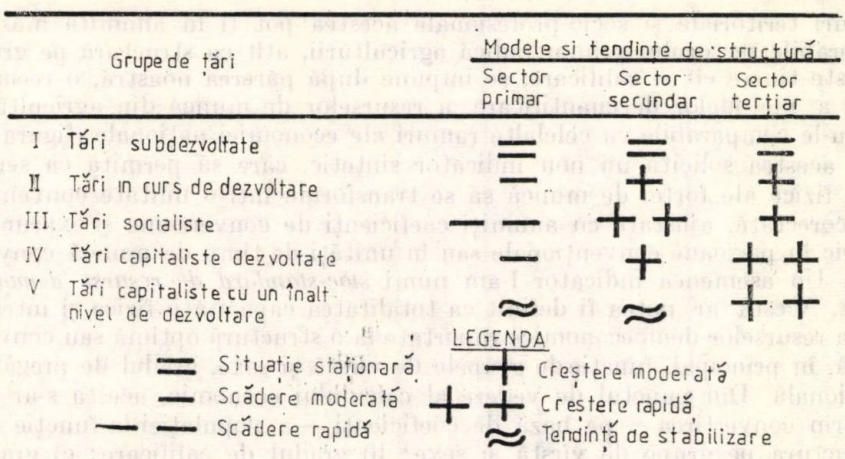


Fig. 3.

Tabelul 1

Structura populației ocupate pe ramuri ale economiei naționale

	1950	1960	1965	1970	1975	1978
Populația ocupată						
Total din care:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
● industrie	12,0	15,1	19,2	23,0	30,6	33,5
● construcții	2,2	4,9	6,3	7,8	8,1	9,0
● agricultură	74,1	65,4	56,5	49,1	37,8	32,5

Sursa: Anuarul statistic al R.S.R., 1975, pag. 111

pe direcția sat-oraș. De aceea, se impune după părerea noastră, un nou sistem de abordare și de cuantificare a resurselor umane care să înglobeze elementele cantitative și calitative ale acestui proces și să asigure în acest sens compatibilitatea datelor atît pe plan intern cît și pe plan internațional.

Evoluția economică în anii postbelici, pe care am amintit-o mai sus, profundele transformări de structură în condițiile revoluției tehnico-științifice contemporane ridică pe prim plan nu numai cunoașterea laturii cantitative a resurselor de muncă, ci în mod deosebit cuantificarea laturii cantitative ca structură pe grupe de vîrstă, grad de instruire etc.

În condițiile formării noilor structuri social-economice, ale mobilității teritoriale, se stabilesc noi modele între grupele active pe ramuri, în special între cele două ramuri de bază ale economiei naționale industria și agricultura.

Desigur că nu poate fi vorba de un model de structură a populației pe grupe de vîrstă, sexe sau calificare absolut identică într-o ramură sau alta, ci mai degrabă de o structură convenabilă potrivit specificului fiecărui sector și care să fie în stare să asigure o valorificare maximă a resurselor materiale și umane din fiecare ramură. Cum în procesul dinamic de creare a noilor

structuri teritoriale și socio-profesionale acestea pot fi în anumită măsură defavorabile sectorului primar, adică agriculturii, atît ca structură pe grupe de vîrste tinere cît și calificare, se impune după părerea noastră, o reconsiderare a metodelor de cuantificare a resurselor de muncă din agricultură, făcîndu-le comparabile cu celelalte ramuri ale economiei naționale (figura 4). Toate acestea solicită un nou indicator sintetic, care să permită ca seriile brute, fizice ale forței de muncă să se transforme într-o unitate convențională, corectată, ajustată cu anumiți coeficienți de conversiune și exprimată numeric în persoane convenționale sau în unități de timp de muncă convențional. Un asemenea indicator l-am numi *stoc-standard de resurse demoeconomice*. Acesta ar putea fi definit ca totalitatea capacității fizice și intelectuale a resurselor demoeconomice raportate la o structură optimă sau convențională, în principal, funcție de grupele de vîrstă și sexe, gradul de pregătire profesională. Din punctul de vedere al calculului economic, acesta s-ar obține prin convertirea — pe bază de coeficienți — a populației în funcție de: a) structura pe grupe de vîrstă și sexe; b) gradul de calificare; c) gradul de utilizare a timpului de lucru pe ramuri (industrie, agricultură, servicii); d) durata vieții active. La baza coeficienților de convertire ar sta criteriul de productivitate a muncii:

i) structura pe grupe de vîrstă $k = 1$, productivitatea la grupele de vîrstă tinere între 29—34 ani;

ii) gradul de calificare $k' = 1$ a unui lucrător cu calificare medie avînd studii liceale;

iii) utilizarea timpului de lucru, $k'' = 1$, durata medie a timpului folosit în activități neagricole, de regulă 290 zile.

Mai real și mai operațional, ni se pare calculul acestui indicator standard de resurse demoeconomice, pornindu-se de la două variabile cunoscute și cu posibilități de cuantificare și anume: a) structura pe grupe de vîrstă,

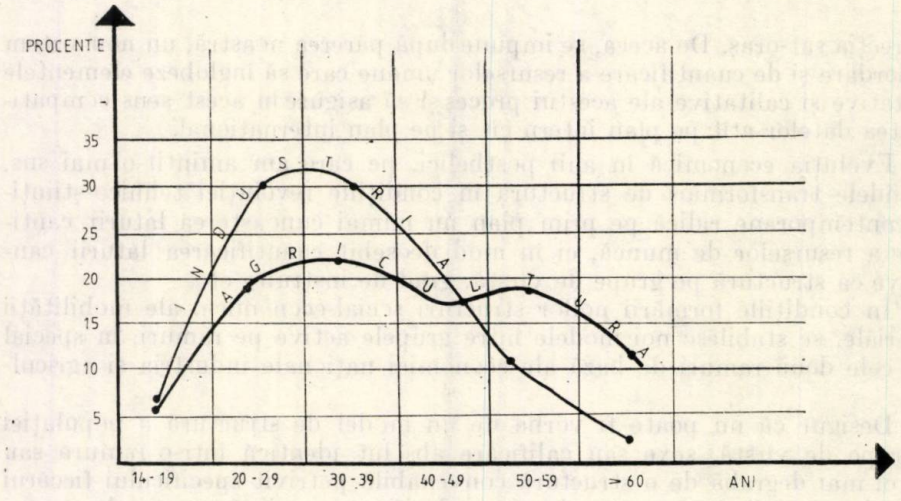


Fig. 4. Distribuția populației pe grupe de vîrstă în industrie și agricultură.
Sursa: Recensămîntul populației din 1966.

funcție de productivitatea resurselor demoeconomice și b) gradul de calificare a populației, funcție de asemenea de nivelul de productivitate.

Astfel acest indicator poate fi construit potrivit relației:

$$S^s_{rm} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{i=1}^{n} rm_{ij} \cdot \beta_{ij}$$

în care:

S^s_{rm} reprezintă stocul standard de resurse de muncă exprimat în persoane convenționale;

$j = 1, 2,...,m$ — numărul unităților economice sau administrativ-teritoriale luate în calcul;

$i = 1, 2,...,n$ — numărul categoriilor de resurse de muncă din categoria i, luate în calcul;

rm_{ij} — dimensiunea resurselor de muncă din categoria i, din zona j;

β_{ij} — coeficientul de convertire a resurselor de muncă din categoria i, în persoane convenționale, din zona j.

Acest indicator poate fi calculat ca potențial productiv astfel: a) total resurse demoeconomice (populația în vîrstă de muncă), b) populația aptă de muncă, c) populația activă disponibilă (potențială), d) populația activă ocupată, e) populația civilă ocupată, f) populația ocupată în ramurile producției materiale și în sfera serviciilor, g) populația ocupată pe ramuri ale economiei, industriei, agriculturii etc.

Funcția acestui indicator constă în aceea că exprimă în mod sintetic potențialul cantitativ și calitativ al resurselor demoeconomice. Acesta poate fi influențat la nivel macroeconomic de structura demografică și de stocul de învățămînt. La nivelul sectoarelor de activitate poate fi de asemenea influențat de cei doi factori amintiți mai sus, în plus li se poate asocia un factor deosebit de important legat de distribuția forței de muncă pe ramuri în special industrie-agricultură. Stocul standard de resurse demoeconomice se corelează, pe un interval de lungă durată cu indicatorii demografici — natalitatea în primul rînd — investițiile demografice și educaționale, populația școlară și indicii de școlarizare, indicatorii venitului național și ai productivității muncii sociale.

În tot cazul, acest indicator, ar exprima mult mai real distribuția rațională a resurselor de muncă pe ramuri ale economiei și utilizarea timpului de muncă. De asemenea, acesta ar permite construirea de modele și funcții de producție a populației pe grupe de vîrstă, gradul de calificare pe sectoare de activitate, ceea ce ar dobîndi o bogată semnificație economică.

Productivitatea muncii în funcție de grupa de vîrstă este prezentată în figura 5.

Indicatorul sintetic standard de resurse demoeconomice, ar caracteriza mai complet și mai real distribuția forței de muncă pe ramuri ale economiei în special industrie și agricultură și ar putea să cuantifice potențialul de forță de muncă din agricultură și limitele reale ale acestuia pentru a atinge obiectivele stabilite prin planurile naționale de dezvoltare în care ponderea populației ocupate în agricultură ar urma să coboare la 10—15% la sfîrșitul acestui deceniu. România încă dispune de rezerve de creștere a populației,

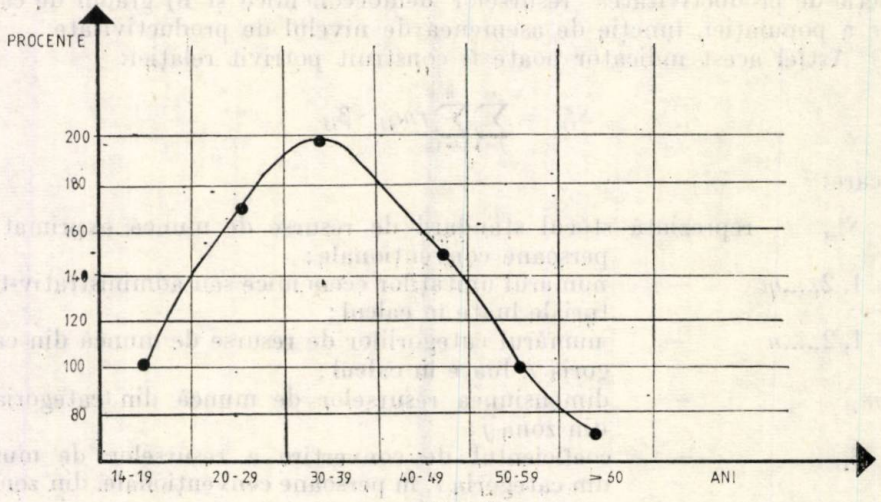


Fig. 5

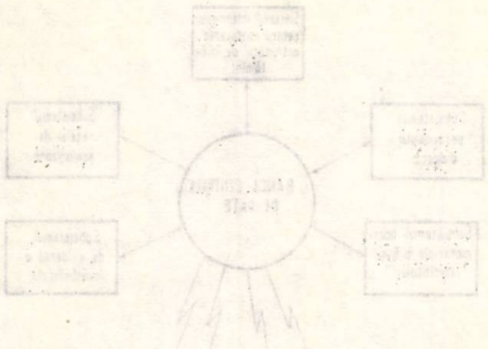
avînd un tip de fertilitate feminină relativ precoce, dispune de o forță de muncă tînără, mai puțin îmbătrînită față de alte țări, iar fondul național de timp apare ca o rezervă importantă a creșterii noastre economice. În acest context, crește tot mai mult rolul factorului uman și al investițiilor demografice în menținerea ritmului înalt al dezvoltării economice, sporirea stocului de învățămînt, asigurarea unei structuri echilibrate a populației pe grupe de vîrstă și pe ramuri — mai ales pentru agricultură — pregătirea de specialiști calificați, ridicarea gradului de cultură a întregului popor.

BIBLIOGRAFIE

1. NICOLAE CEAUȘESCU: *Raport la cel de al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român*. Editura politică, București, 1979.
2. * * *: *Avuția națională*. Note de curs lito A.S.E., 1980.
3. BULGARU M.: *Populație și dezvoltare economică*. Editura politică, București, 1974.
4. BULGARU ANA: *Avuția națională — metode de calcul moderne și analiză*. Teză de doctorat — manuscris.
5. PRESAT R.: *L'analyse démographique. Concepts, méthodes, résultats*. Ediția a II-a P.U.P., Paris, 1969.
6. SORA V., CRISTACHE I.: *Demografia*. Lito A.S.E., 1980.
7. TREBICI V.: *Demografia*. Editura științifică și enciclopedică. București, 1979.

10.05.1989

Dr. ing. C. BILCIU
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.



Sistem informatic pentru conducerea activității unui institut de învățămînt superior

În articol se fac unele considerații privind concepția sistemului informatic pentru conducerea activității unui institut de învățămînt superior, pentru perfecționarea activităților în soluționarea problemelor curente și de perspectivă privind procesul didactic și de cercetare științifică, utilizarea calculatoarelor în procesul didactic, evidența personalului muncitor, gestiunea și problemele financiar-administrative ale compartimentelor funcționale și secretariatelor facultății respective.

Activitatea de învățămînt se caracterizează printr-o complexitate și un domeniu de cuprindere fără egal, dat fiind faptul că un sfert din populația țării este implicată în acest proces, atît ca populație școlară cît și ca personal didactic, de cercetare și administrație.

Pentru conducerea acestei activități, un element important îl constituie utilizarea metodelor moderne de conducere în care un rol deosebit îl deține sistemul informațional propriu al învățămîntului cu componenta sa — sistemul informatic — bazat pe utilizarea din ce în ce mai largă a calculatoarelor electronice existente în sistemul învățămîntului. În acest scop, realizarea unui sistem informatic pentru conducerea activității de învățămînt într-o concepție unitară, care să acopere necesitățile de conducere, la toate nivelurile și pentru toate problemele specifice învățămîntului, apare ca o necesitate obiectivă a dezvoltării continue a învățămîntului în pas cu dinamica dezvoltării activităților social-economice din țara noastră. Componentele principale ale acestui sistem arătat în figura 1, sînt în strînsă legătură cu direcțiile principale ale activității de învățămînt. Banca de date centrală este astfel proiectată încît să asigure operativitate și o actualizare permanentă a informațiilor privind procesul de învățămînt aflat într-o continuă dinamică atît prin migrația firească a populației școlare cît și prin creșterea permanentă a bazei materiale, a dotărilor tehnice și sociale, a per-

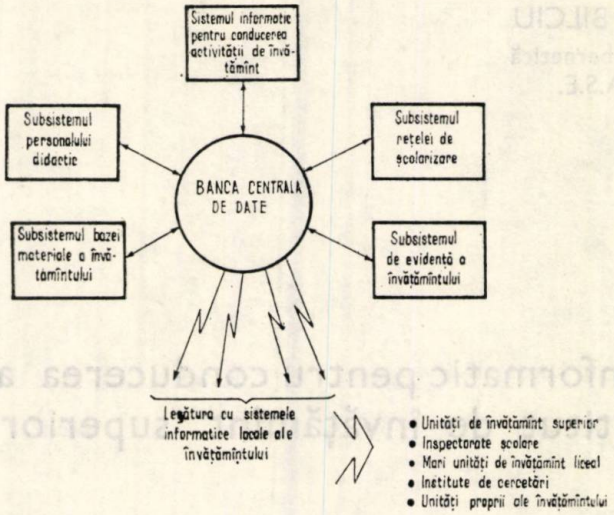

Sistemul informatic pentru conducerea activității de învățămînt
Subsistemul personalului didactic
Subsistemul rețelei de școlarizare
BANCA CENTRALA DE DATE
Subsistemul bazei materiale a învățămîntului
Subsistemul de evidență a învățămîntului
Legătura cu sistemele informatice locale ale învățămîntului
• Unități de învățămînt superior
• Inspectorate școlare
• Mari unități de învățămînt liceal
• Institute de cercetări
• Unități proprii ale învățămîntului

Fig. 1.

fecționării cadrelor didactice etc. Acest sistem informatic pentru conducerea învățămîntului la nivel macro este în strînsă legătură cu sistemele informatice realizate la nivel local pentru necesitățile de conducere a marilor institute de învățămînt superior, a inspectoratelor școlare teritoriale sau a unor mari unități de învățămînt liceal, institute de cercetări, unități proprii ale învățămîntului etc. Legătura principală între aceste sisteme o constituie informația și în acest sens considerăm că principala verigă a legăturilor între sistemul central și sistemele locale se realizează la nivelul băncii centrale de date conectată cu bazele locale de date prin mijloace specifice on-line sau off-line.

În acest sens trebuie ca sistemul informatic de conducere a activității din institutul de învățămînt superior să fie format din următoarele patru mari componente (subsisteme) între care să existe fluxuri de informații:

I. SISTEME DE PROGRAME — APLICAȚII PENTRU CONDUCEREA PROCESULUI DE ÎNVĂȚĂMINT

1. Sistem de programe pentru admiterea în învățămîntul superior;
2. Sistem de programe pentru evidența activităților studenților (în timpul celor 4, 5 sau 6 ani de activitate);
3. Sistem de programe pentru învățămîntul programat și testarea cunoștințelor;
4. Sistem de programe pentru utilizarea stațiilor terminale utilizate de studenți sau de catedre;
5. Sistem pentru repartizarea absolvenților;
6. Sistem de urmărire a procesului de integrare a studenților în activitatea de cercetare științifică și practică în producție.

II. SISTEME DE PROGRAME – APLICAȚII PENTRU CONDUCEREA ACTIVITĂȚII DE CERCETARE ȘTIINȚIFICĂ

1. Sistem de regăsire automată a informației în fondul documentar al bibliotecii institutului;
2. Evidența contractelor de cercetare științifică realizate de catedre;
3. Fișierul creației științifice a personalului didactic, de cercetare și a studenților din institut;
4. Evidența participării la manifestările științifice;
5. Evidența activității la doctorat din institut;
6. Evidența seminariilor științifice interne.

III. SISTEME DE PROGRAME – APLICAȚII PENTRU PERSONALUL MUNCITOR

1. Evidența personalului didactic, de cercetare și administrativ din institut;
2. Calculul retribuțiilor personalului muncitor;
3. Evidența acțiunilor politico-obștești;
4. Sistem de evidență a perfecționării și promovării personalului muncitor;
5. Sistem de evidență a acțiunii de rotire a cadrelor didactice.

IV. SISTEME DE PROGRAME –APLICAȚII DE GESTIUNE, PROBLEME SOCIALE ȘI ADMINISTRATIVE

1. Sistem de programe pentru calculul și evidența burselor;
2. Sistem pentru planificarea și consumul de energie electrică și combustibil;
3. Sistem pentru stabilirea necesarului de alimente pentru cantină;
4. Sistem pentru gestiunea spațiului de cazare a studenților;
5. Evidența fondurilor fixe din dotarea catedrelor și a obiectivelor de inventar din institut;
6. Sistemul financiar-contabil.

În fig. 2 se arată concepția sistemului informatic pentru conducerea activității la un institut de învățămînt superior, ale cărui componente principale sînt evidențiate mai jos.

Sistemul de programe pentru admiterea în învățămîntul superior

Sistemul prelucrează informații referitoare la condiții de admitere (scrise de candidat pe fișa de înscriere) în conformitate cu cerințele secretariatelor facultăților și ale comisiei de admitere. Aceste informații se introduc în fișierul de candidați fie centralizat (la centrul de calcul al institutului) fie la fiecare facultate în parte (dacă are instalat un terminal). La sfîrșitul perioadei de înscriere, se editează listele candidaților înscriși, acestea fiind

SISTEM INFORMATIC DE CONDUCERE A ACTIVITATII DINTR-UN INSTITUT DE INVATAMINT SUPERIOR

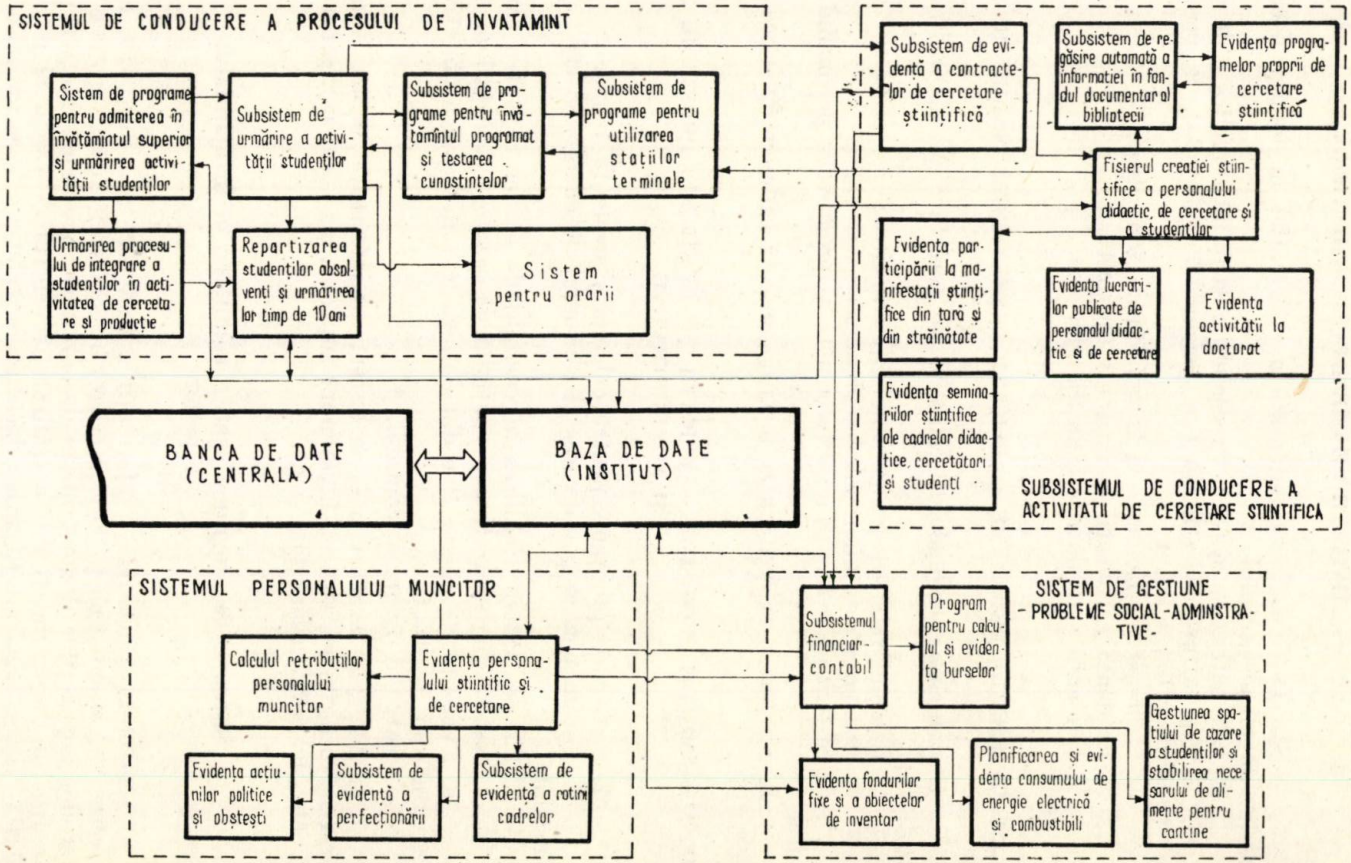

SISTEMUL DE CONDUCERE A PROCESULUI DE INVATAMINT
Sistem de programe pentru admiterea în învățământul superior și urmărirea activității studenților
Subsistem de urmărire a activității studenților
Subsistem de programe pentru învățământul programat și testarea cunoștințelor
Subsistem de programe pentru utilizarea stațiilor terminale
Urmărirea procesului de integrare a studenților în activitatea de cercetare și producție
Repartizarea studenților absolvenți și urmărirea lor timp de 10 ani
Sistem pentru orarii
Subsistem de evidență a contractelor de cercetare științifică
Subsistem de regăsire automată a informației în fondul documentar al bibliotecii
Evidența programelor proprii de cercetare științifică
Fișierul creației științifice a personalului didactic, de cercetare și a studenților
Evidența participării la manifestații științifice din țară și din străinătate
Evidența lucrărilor publicate de personalul didactic și de cercetare
Evidența activității la doctorat
Evidența seminariilor științifice ale cadrelor didactice, cercetători și studenți
BANCA DE DATE (CENTRALA)
BAZA DE DATE (INSTITUT)
SUBSISTEMUL DE CONDUCERE A ACTIVITATII DE CERCETARE STIINTIFICA
SISTEMUL PERSONALULUI MUNCITOR
Calculul retribuțiilor personalului muncitor
Evidența personalului științific și de cercetare
Evidența acțiunilor politice și obștești
Subsistem de evidență a perfecționării
Subsistem de evidență a rotirii cadrelor
SISTEM DE GESTIUNE - PROBLEME SOCIAL-ADMINSTRATIVE -
Subsistemul financiar-contabil
Program pentru calculul și evidența burselor
Evidența fondurilor fixe și a obiectelor de inventar
Planificarea și evidența consumului de energie electrică și combustibili
Gestiunea spațiului de cazare a studenților și stabilirea necesarului de alimente pentru cantine

Fig. 2.

supuse unei ultime verificări la secretariate, corectîndu-se eventualele erori. În continuare, programele oferă secretariatelor toate situațiile necesare, inclusiv cataloagele în care vor fi trecute notele. Notele înscrise în cataloage se introduc în fișierul de candidați, după ce au fost verificate și prin programe și la secretariat. În final se editează listele cuprinzînd candidații înscriși cu situația notelor și media, atît în ordinea alfabetică cît și în ordinea mediilor obținute necesare afișajului cu rezultate.

Sistemul de programe pentru învățămîntul programat și testarea cunoștințelor

În vederea realizării acestui sistem de programe se pot include pachete specifice profilului institutului cum ar fi: jocuri de întreprindere, facilități conversaționale de elaborare a programelor de la terminal cum sînt cele pentru limbajele Basic, Fortran, Cobol ș.a., elaborarea și testarea modelelor de creștere economică, actualizări de fișiere și bănci de date on-line etc.

Pentru testarea cunoștințelor studenților la oricare din disciplinele din planul de învățămînt, sistemul poate introduce într-un fișier, un set de 10 întrebări împreună cu un număr de max. 5 răspunsuri la fiecare întrebare — dintre care doar unul este corect și folosește la testarea cunoștințelor într-un domeniu dat. Cel examinat solicită întrebările la un terminal; întrebările îi apar pe ecran pe rînd împreună cu răspunsurile posibile. Cel testat, trebuie să aleagă dintre răspunsurile propuse pe cel corect, prin marcarea lui. La sfîrșit, se afișează pe ecran rezultatul examinării: acesta se poate justifica la cerere. Sistemul poate fi folosit la orice disciplină, prin încărcarea fișierelor cu datele respective.

Sistemul de programe pentru utilizarea stațiilor terminale

Conceput în ideea utilizării de la distanță a calculatorului, sistemul poate fi utilizat pentru încărcarea de la distanță a programelor care trebuie rulate. Terminalul prin care se pot introduce aceste lucrări, trebuie să fie prevăzut cu un cititor de cartele și o consolă: lucrarea se introduce prin cititorul de cartele, se activează pentru rulaj și prin consolă se urmăresc etapele execuției. Rezultalele rulării se găsesc pe imprimantă la calculatorul din centrul de calcul — dacă terminalul respectiv nu este prevăzut și cu dispozitivul de imprimare.

Încărcînd lucrările printr-un asemenea terminal, utilizatorul are impresia că este chiar în sala calculatorului, unde își operează singur lucrările sale. Introducerea lucrărilor se poate face și prin terminale tip display (DAF) în mod eșalonat, suprimînd operațiunea de transpunere a informațiilor pe cartele.

Toate lucrările introduse (simultan de la mai multe terminale) se păstrează într-un fișier special. Cînd utilizatorul a încărcat fișierul său cu programe care pot fi rulate pe calculator, le marchează pentru rulare. Acestea sînt rulate periodic în cursul unei zile. Imprimantele conținînd rezultatele rulărilor se găsesc la Centrul de calcul.

Repartizarea absolvenților învățămîntului superior

Pachetul de programe editează liste cu absolvenții din învățămîntul superior, sortate după criteriile: specializare, tip-absolvire, medie, nume.

Aceste liste pot fi utilizate direct în continuare de către comisiile de repartizare.

Menționăm că se poate realiza și urmărirea activității absolvenților repartizați în producție pe o perioadă de 10 ani.

Sistemul de programe pentru evidența activităților studenților

Sistemul preia informațiile referitoare la candidații declarați admiși precum și informațiile cuprinse în sistemul de programe pentru admitere. Aceste informații se încarcă în fișierul general al studenților, cumulat an de an, iar la începutul anului universitar editează componența grupelor de studenți ținînd seama de condițiile puse de secretariat.

Sistemul poate furniza totodată subsistemului de BURSE informațiile inițiale legate de acordarea burselor. Sistemul editează cataloage pe discipline (în vederea examinării) și poate furniza principalele situații necesare secretariatelor. Sistemul de programe poate fi pus în funcțiune în mod eșalonat (pe ani de studii și pe facultăți), efortul maxim fiind solicitat la încărcarea informațiilor în fișierul general de studenți.

Sistemul de programe pentru elaborarea propunerilor de orarii la facultăți

Programul își propune întocmirea orariilor pentru facultăți pe baza următoarelor elemente: numărul cadrelor didactice pe specialități, programele analitice ale fiecărei discipline, disciplinele din programa de școlarizare a fiecărui an, normele cadrelor didactice, cifrele de școlarizare pe ani de studii, structura spațiilor de învățămînt. Programul urmează să furnizeze variante pe baza următoarelor criterii: utilizarea eficientă a spațiilor de învățămînt, utilizarea eficientă a timpului studenților prin înlăturarea fragmentărilor din cadrul unor zile, asigurarea unui program de lucru convenabil pentru cadrele didactice, asigurarea corelării necesare între orele afectate cursurilor și seminariilor la o anumită disciplină.

Programul de regăsire automată a informației în fondul documentar al bibliotecii institutului

Programul își propune elaborarea unei metodologii de exploatare a fondului documentar din biblioteca institutului pe baza unor cereri de documentare emise de cadrele didactice și cercetători. Se va asigura astfel: accesul rapid la lucrările căutate pe o anumită problematică; punerea la curent a cadrelor didactice și cercetătorilor cu noile apariții în domeniile de specia-

litate; inventarierea tuturor lucrărilor care tratează o anumită problemă făcînd totodată o ierarhizare în funcție de gradul de legătură al lucrării cu problematica respectivă.

Evidența contractelor de cercetare științifică

Programul își propune elaborarea unei metodologii de evidență a contractelor de cercetare științifică încheiate între personalul didactic și de cercetare și diverși beneficiari, metodologie pe baza căreia să se poată urmări operativ stadiul realizării fiecărui contract, termenele intermediare de predare stipulate în acestea, încasările periodice etc.

Sistemul va trebui să permită extragerea rapidă a situațiilor privind natura beneficiarilor, numărul și calitatea persoanelor care alcătuiesc colectivele de cercetare, totalul încasărilor la un moment dat pe beneficiari etc.

Evidența participării la manifestările științifice din țară și de peste hotare

Sistemul urmărește înființarea unui fișier cuprinzînd toate informațiile utile privind participarea cadrelor didactice și personalului de cercetare la manifestările științifice din țară și străinătate: felul manifestării științifice, instituția organizatoare, localitatea, perioada desfășurării, tematica, numele persoanelor participante (prezente sau numai cu lucrări), tema prezentată etc. Fișierul urmează a fi cumulat periodic și să permită editarea operativă de liste cu conținutul dorit.

Evidența activității la doctorat a personalului didactic și de cercetare

Sistemul își propune realizarea unui fișier cuprinzînd: numele doctorandului, disciplina, numele conducătorului științific, data înscrierii la doctorat, denumirea examenelor obligatorii, data susținerii acestora, notele obținute, titlul referatelor, data prezentării acestora în consiliul științific, titlul tezei de doctorat, data susținerii acesteia, data obținerii titlului de doctor în științe. Fișierul urmează a fi actualizat și cumulat periodic și trebuie să permită editarea la cerere a situației la doctorat a personalului didactic și de cercetare. Evident, fișierul este completat cu date privind și personalul care deja a obținut titlul de doctor în științe.

Evidența personalului muncitor din institut

Baza de date creată la nivelul Ministerului Educației și Învățămîntului se adaptează pentru oricare institut și ține evidența personalului didactic și administrativ, fiind actualizată anual. Exploatarea poate fi realizată fie în regim BATCH fie în regim conversațional (pe DISPLAY). Legat de această evidență se realizează și sistemul de programe pentru retribuțiile personalului muncitor.

Sistemul de programe pentru calculul și evidența burselor

La începutul fiecărui an, sistemul încarcă un fișier cu toți bursierii institutului respectiv. În cursul anului universitar, acest fișier este actualizat (adăugiri, ștergeri de bursieri, modificări în categoria burselor). Pe baza acestor informații ținute la zi, sistemul calculează drepturile bănești ale fiecărui bursier conform tuturor prevederilor legale cerute de serviciul social și editează statele de plată respective.

Informațiile rezultate din calcul se arhivează în fișierul de bursieri în așa fel încît la sfîrșitul anului universitar să se poată cunoaște totul despre bursierii institutului respectiv.

Sistemul rezolvă și drepturile bănești ale bursierilor și doctoranzilor străini aflați la studii în țara noastră.

Sistemul pentru stabilirea necesarului de alimente pentru cantină

Sistemul de programe încarcă într-un fișier toate rețetele alimentare utilizate de cantina respectivă: acestea pot fi adăugate, șterse sau modificate pe parcurs. Pe baza acestor informații, sistemul stabilește necesarul de alimente pentru o anumită listă de mîncăruri care trebuie făcute la un moment dat; de asemenea, stabilește cantitățile de alimente care au fost efectiv consumate.

Gestiunea spațiului de cazare a studenților

Sistemul încarcă un fișier structurat pe imobile în care sînt cuprinse informații privind numărul de camere, suprafața, numărul de locuri pe fiecare cameră etc. Fișierul se poate actualiza operativ (pe parcursul anului) ori de cîte ori apar modificări în structura spațiului de cazare. Informațiile de actualizare se comunică de către serviciul social.

Sistemul se încarcă operativ cu informații privind ocuparea spațiului de cazare și va putea furniza operativ situații de detaliu, precum și centralizatoare elaborate pe diferite criterii.

Sistemul de evidență a fondurilor fixe și obiectelor de inventar

Sistemul încarcă un fișier cu informații despre fiecare fond fix sau obiect de inventar: valoarea inițială, valoarea de inventar, data achiziționării, colectivul în dotarea căruia se află, nr. de inventar și orice alte date considerate utile. Sistemul se va actualiza operativ prin grija compartimentelor de dotare, administrativ și contabilitate și va permite elaborarea unor situații de detaliu sau centralizatoare privind diferitele categorii de fonduri fixe și obiecte de inventar, nivelul dotării diferitelor colective etc. Sistemul poate fi folosit și pentru gestiunea materiilor prime și materialelor.

Sistemul va fi alcătuit din module pe probleme specifice activității financiar-contabile, cum sînt de exemplu sistemele descrise mai sus, precum și din module de legătură cu alte sisteme. Structura sistemului financiar-contabil va fi stabilită prin consultare și potrivit cerințelor compartimentului de resort cu care se vor contacta legături în acest sens.

BAZA DE DATE la nivelul institutului se constituie în ideea realizării unei arhive unice de date privind activitățile de bază ale institutului. Această bază de date urmează să fie actualizată anual furnizînd datele necesare băncii de date realizată la nivelul M.E.I. Informațiile care servesc pentru componentele sistemului informatic pentru conducerea învățămîntului la nivel macro, se pot astfel transmite cu ușurință de la baza de date a fiecărui institut, în felul acesta operațiunile de actualizare efectuîndu-se mai comod, la nivelul institutelor.

În concluzie, se poate afirma că aceste sisteme informatice pentru conducerea activității la nivelul institutelor de învățămînt superior sînt necesare în vederea luării deciziilor, a informării operative a organelor de conducere, ușurînd în același timp o serie de activități, mărind calitatea și eficiența prelucrării datelor și a lucrărilor de gestiune. Aceste sisteme reprezintă în același timp, veriga principală a sistemului informatic la nivelul ministerului, fiind sursa de informații pentru banca centrală de date și de asemenea, prin potențialul științific al institutelor de învățămînt superior se creează posibilitatea perfecționării continue a acestui sistem informatic complex.

Nu putem încheia fără a menționa faptul că aceste sisteme la nivelul institutelor de învățămînt superior, au fost deja parțial proiectate și implementate pentru o serie de aplicații dînd rezultate bune în exploatare, așa cum se pot da de exemplu sistemele de admitere, burse, personal de la A.S.E., sistemele de evidență a cercetării științifice, de gestiuni, la Institutul Politehnic București, o serie de sisteme pentru procesul de învățămînt realizate la Universitatea Cluj, Brașov, Iași, Institutul Politehnic Timișoara ș.a. De asemenea, trebuie menționată și experiența implementării modulului personalului didactic și de cercetare științifică a băncii de date centrale, la nivelul ministerului, la care au participat, pe lîngă colectivele din minister, practic toate institutele de învățămînt superior și inspectoratele școlare din țară.

24.03.1980

Dr. M. ALTĂR
Catedra de Cibernetică
economică — A.S.E.

Algoritm pentru soluționarea problemei dinamice de producție-transport

În lucrare se prezintă problema dinamică generală de producție-transport, care apoi pe baza unor substituții se aduce la forma unei probleme de programare liniară de tip special. Pentru cazul în care nu se pun restricții privind capacitățile de depozitare la producători sau la consumatori, și de asemenea nu există rute de transport cu capacitate limitată se arată cum problema dinamică se reduce la o problemă obișnuită de tip transport. Se prezintă pe scurt algoritmul diferențelor comparate de soluționare a problemelor de transport, elaborată de autor în anul 1961 și modul în care acesta se aplică pentru soluționarea problemei dinamice de producție-transport, fără restricții privind capacitatea de depozitare sau transport.

1. INTRODUCERE

Se știe că modelul problemei de transport reprezintă unul dintre modelele de programare liniară cu largi aplicații în optimizarea a numeroase fenomene tehnico-economice.

În lucrare se consideră cazul a m puncte de producție care realizează un produs omogen. Acesta trebuie să asigure necesarul a n consumatori în perioadele $t = 0,1, ..., T-1$, unde T este fixat.

Pentru fiecare perioadă t ($t = 0, 1, ..., T-1$) se cunosc următoarele elemente: capacitatea maximă de producție și costul realizării unei unități de produs la fiecare punct de producție i ($i = 1,2, ..., m$); necesarul fiecărui consumator j($j = 1,2, ..., n$); capacitatea maximă de depozitare la fiecare punct de producție și la fiecare consumator, precum și costul depozitării unei unități de produs: costul de transport între fiecare punct de producție

și fiecare consumator, precum și capacitatea maximă de transport pe fiecare rută.

După ce se formulează modelul dinamic general al problemei de producție-transport (paragraful 2), prin introducerea unor noi variabile acesta se transformă într-un model de programare liniară de o formă specială (relațiile (10) — (16)). Pentru cazul în care nu se pun restricții privind capacitățile de depozitare și cele de transport, se arată că modelul devine un model al unei probleme obișnuite de transport (relațiile (25) — (28) sau (25′) — (28′)).

Întrucît problema (25) — (28) are foarte multe rute blocate, matricea sa fiind de fapt triunghiulară, pentru soluționarea ei se propune aplicarea algoritmului diferențelor comparate elaborat de autor în anul 1961.

2. MODELUL MATEMATIC AL PROBLEMEI DINAMICE DE PRODUCȚIE-TRANSPORT

Se consideră m puncte de producție, fiecare punct i avînd în perioada t capacitatea maximă de producție $a_i(t)$ $(i = 1,2, ..., m;\ t = 0,1,2, ..., T-1)$.

Aceste m puncte de producție trebuie să aprovizioneze n consumatori, $b_j(t)$ — reprezentînd cererea consumatorului j în perioada t $(j = 1,2, ..., m;\ t = 0,1, ..., T-1)$. Capacitatea maximă de depozitare pentru perioada t, la punctul de producție i este $\alpha_i(t)$, iar la consumatorul j este $\beta_j(t)$.

Capacitatea maximă de transport între punctul de producție i și beneficiarul j în perioada t este $\delta_{ij}(t)$.

Prețul unei unități de produs în perioada t la punctul de producție i este $p_i(t)$, costul transportului unei unități de produs de la punctul de producție i la beneficiarul j este în perioada t de $c_{ij}(t)$, iar costul depozitării unei unități de produs în perioada t este de $h_i(t)$ la punctul de producție i, respectiv de $q_j(t)$ la consumatorul j.

Problema constă în determinarea planului optim de producție, depozitare și transport care asigură satisfacerea cererii consumatorilor în fiecare perioadă t $(t = 0,1, ..., T-1)$ iar cheltuielile totale de producție, depozitare și transport pe întreaga perioadă să fie minime.

Introducem următorii *parametri de decizie:*

$X_i(t)$ — producția punctului de producție i în perioada t $(i = 1,2, ..., m;\ t = 0,1,2, ..., T-1)$;

$u_{ij}(t)$ — cantitatea ce urmează a fi transportată de la punctul de producție i la consumatorul j în perioada t $(i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n;\ t = 0, 1, ..., T-1)$.

Avem următoarele *variabile de stare:*

$z_i(t)$ — volumul stocului existent la începutul perioadei t la punctul de producție i $(i = 1, 2, ..., m;\ t = 0, 1, 2, ..., T)$;

$y_j(t)$ — volumul stocului existent la începutul perioadei t la consumatorul j $(j = 1, 2, ..., n;\ t = 0, 1, 2, ..., T)$.

Fără a restrînge generalitatea problemei se poate presupune că stocul inițial este zero, respectiv: $z_i(0) = 0$ $(i = 1, 2, ..., m)$; $y_j(0) = 0$ $(j = 1, 2, ..., n)$, iar stocurile finale trebuie să fie nenegative, respectiv: $z_i(T) \geqslant 0$ $(i = 1, 2, ..., m)$; $y_j(T) \geqslant 0$ $(j = 1, 2, ..., n)$. De asemenea, se presupune T fixat.

Cu notațiile introduse, modelul matematic al problemei dinamice de producție-transport este următorul:

$$z_i(t+1) = z_i(t) + X_i(t) - \sum_{j=1}^{n} u_{ij}(t);\ z_i(0) = 0;\quad (i = 1, 2, ..., m;\quad t = 0, 1, ..., T-1) \tag{1}$$

$$y_j(t+1) = y_j(t) + \sum_{i=1}^{m} u_{ij}(t) - b_j(t);\quad y_j(0) = 0;\quad (j = 1, 2, ..., n;\quad t = 0, 1, ..., T-1) \tag{2}$$

$$0 \leqslant X_i(t) \leqslant a_i(t);\quad (i = 1,2, ..., m;\quad t = 0, 1, ..., T-1) \tag{3}$$

$$0 \leqslant u_{ij}(t) \leqslant \delta_{ij}(t);\ (i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n;\ t = 0, 1, ..., T-1) \tag{4}$$

$$0 \leqslant z_i(t) \leqslant \alpha_i(t);\quad (i = 1, 2, ..., m;\quad t = 1,2, ..., T) \tag{5}$$

$$0 \leqslant y_j(t) \leqslant \beta_j(t);\ (j = 1, 2, ..., n;\ t = 1, 2, ..., T) \tag{6}$$

$$z_i(T) \geqslant 0;\ (i = 1, 2, ..., m) \tag{7}$$

$$y_j(T) \geqslant 0;\ (j = 1, 2, ..., n) \tag{8}$$

$$\min J_T(X, u) = \min_{X,u}\left[\sum_{t=0}^{T-1}\sum_{i=1}^{m} p_i(t) \cdot X_i(t) + \sum_{t=0}^{T-1}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} c_{ij}(t) \cdot u_{ij}(t) + \right.$$

$$\left. + \sum_{t=1}^{T-1}\sum_{i=1}^{m} h_i(t) \cdot z_i(t) + \sum_{t=1}^{T-1}\sum_{j=1}^{n} q_j(t) \cdot y_j(t)\right]. \tag{9}$$

Modelul (1) — (9) este un model dinamic liniar care conține $m + n$ variabile de stare și $n + mn$ variabile de decizie.

Ecuațiile (1) și (2) descriu dinamica sistemului, relațiile (3) și (4) reprezintă restricțiile asupra comenzilor, relațiile (5) și (6) reprezintă restricțiile asupra stării sistemului, iar relațiile (7) și (8) reprezintă condițiile finale ale sistemului.

Subliniem că numeroase clase de probleme economice admit ca model matematic un model de tipul (1) — (9).

Notînd cu:

$x_{ij}(\tau, \sigma, t)$ — cantitatea ce urmează a fi produsă de punctul de producție i în perioada τ și transportată în perioada σ la beneficiarul j pentru a acoperi consumul acestuia în perioada t ($i = 1, 2, ..., m$; $j = 1, 2, ..., n$; $\tau = 0, 1, ..., T-1$; $t = \tau, \tau+1, ..., T-1$; $\sigma = \tau, \tau+1, ..., t$)

modelul (1) — (9) devine:

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{t=\tau}^{T-1}\sum_{\sigma=\tau}^{t} x_{ij}(\tau, \sigma, t) = X_i(\tau) \leqslant a_i(\tau);\ (i = 1, 2, ..., m;\ \tau = 0, 1, ..., T-1) \tag{10}$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{\tau=0}^{t}\sum_{\sigma=\tau}^{t} x_{ij}(\tau, \sigma, t) = b_j(t);\ (j = 1, 2, ..., n; t = 0, 1, ..., T-1) \tag{11}$$

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{\tau=0}^{t-1}\sum_{k=t+1}^{T-1}\sum_{\sigma=t+1}^{k} x_{ij}(\tau, \sigma, k) = z_i(t) \leqslant \alpha_i(t);(i = 1, 2, ..., m;\ t = 1, 2,..., T) \tag{12}$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{\tau=0}^{t-1}\sum_{k=t+1}^{T-1}\sum_{\sigma=\tau}^{t-1} x_{ij}(\tau, \sigma, k) = y_j\ (t) \leqslant \beta_j(t);\ (j = 1, 2, ..., n;\ t = 1, 2, ..., T) \tag{13}$$

$$\sum_{\tau=0}^{t}\sum_{k=t}^{T-1} x_{ij}(\tau, t, k) = u_{ij}(t) \leqslant \delta_{ij}(t);\ (i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n;$$

$$t = 0, 1, ..., T-1) \tag{14}$$

$$x_{ij}(\tau, \sigma, t) \geqslant 0;\ (i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n;\ \tau = 0, 1, ..., T-1;$$

$$t = \tau,\ \tau + 1, ..., T-1;\ \sigma = \tau,\ \tau + 1, ..., t) \tag{15}$$

$$min \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{\tau=0}^{T-1}\sum_{t=\tau}^{T-1}\sum_{\sigma=\tau}^{t}\left[p_i(\tau) + \sum_{k=\tau+1}^{\sigma} h_i(k) + c_{ij}(\sigma) + \sum_{k=\sigma+1}^{t} q_j(k)\right] \cdot x_{ij}(\tau, \sigma, t). \tag{16}$$

În cazul în care capacitățile de depozitare, precum și cele de transport sînt nelimitate, respectiv

$$\alpha_i(t) = \infty\ ;\ \beta_j(t) = \infty\ ;\ \delta_{ij}(t) = \infty$$

$$(i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n;\ t = 0, 1, ..., T) \tag{17}$$

modelul (10) — (16) este echivalent cu următorul model:

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{t=\tau}^{T-1} x_{ij}(\tau, t) = X_i\ (\tau) \leqslant a_i\ (\tau);\ (i = 1, 2, ..., m;\ \tau = 0, 1, ..., T-1) \tag{18}$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{\tau=0}^{t} x_{ij}(\tau, t) = b_j(t);\ (j = 1, 2, ..., n;\ t = 0, 1, ..., T-1) \tag{19}$$

$$x_{ij}(\tau, t) \geqslant 0;\ (i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n;\ \tau = 0, 1, ..., T-1;$$

$$t = \tau, \tau + 1,\ ..., T-1) \tag{20}$$

$$min \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{\tau=0}^{T-1}\sum_{t=\tau}^{T-1} \gamma_{ij}(\tau, t) \cdot x_{ij}(\tau,\ t) \tag{21}$$

unde:

$$x_{ij}(\tau,\ t) = \sum_{\sigma=\tau}^{t} x_{ij}(\tau, \sigma, t) \tag{22}$$

$$\gamma_{ij}(\tau, t) = p_i(\tau) + \min_{\tau \leqslant \sigma \leqslant t} \left[\sum_{k=\tau+1}^{\sigma} h_i(k) + c_{ij}(\sigma) + \sum_{k=\tau+1}^{t} q_j(k) \right];$$

$$(i = 1, 2, ..., m; \quad j = 1, 2, ..., n; \quad \tau = 0, 1, ..., T-1; \qquad (23)$$

$$t = \tau, \tau + 1, ..., T - 1).$$

Mărimea $x_{ij}(\tau, t)$ reprezintă cantitatea ce urmează a fi produsă de centrul de producție i în perioada τ și consumată de beneficiarul j în perioada t ($t \geqslant \tau$).

Mărimea $\gamma_{ij}(\tau, t)$ reprezintă costul minim corespunzător unei unități produsă de punctul de producție i în perioada τ și consumată de beneficiarul j în perioada t. De exemplu, avem:

$$\gamma_{ij}(t, t) = p_i(t) + c_{ij}(t)$$

$$\gamma_{ij}(t-1, t) = p_i(t-1) + min\,[h_i(t) + c_{ij}(t);\ c_{ij}(t-1) + q_j(t)]$$

$$\gamma_{ij}(t-2, t) = p_i(t-2) + min\,[h_i(t-1) + h_i(t) + c_{ij}(t);\ h_i(t-1) + c_{ij}(t-1) + q_j(t);\ c_{ij}(t-2) + q_j(t-1) + q_j(t)].$$ ș.a.m.d

Notînd:

$$x_{ij}(\tau, t) = x_{i+m\tau,\ j+nt};$$

$$a_i(\tau) = a_{i+m\tau}; \quad b_j(t) = b_{j+nt}; \qquad (24)$$

$$\gamma_{ij}(\tau, t) = \gamma_{i+m\tau, j+nt};$$

$(i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n;\ \tau = 0, 1, 2, ..., T-1;\ t = \tau, \tau+1, ..., T-1)$

modelul (18) — (21) devine:

$$\begin{cases} \sum\limits_{j=\left[\frac{i-1}{m}\right]n+1}^{nT} x_{ij} \leqslant a_i; \ (i = 1, 2, ..., mT) & (25) \\ \sum\limits_{i=1}^{\left[\frac{j-1}{n}\right]m+m} x_{ij} = b_j; \quad (j = 1, 2, ..., nT) & (26) \\ x_{ij} \geqslant 0; \ (i = 1, 2, ..., mT; \quad j = \left[\dfrac{i-1}{m}\right] n + 1, ..., nT) & (27) \\ min \sum\limits_{i=1}^{mT} \sum\limits_{j=\left[\frac{i-1}{m}\right]n+1}^{nT} \gamma_{ij}\, x_{ij} & (28) \end{cases}$$

unde $[k]$ — reprezintă partea întreagă a lui k.

Modelul (25) — (28) reprezintă modelul unei probleme obișnuite de transport unde rutele de forma (i, j) cu $j \leqslant \left[\frac{i-1}{m}\right] \cdot n$ sînt blocate.

Notînd

$$\bar{\gamma}_{ij} = \begin{cases} \gamma_{ij} \text{ dacă } j \geqslant \left[\frac{i-1}{m}\right] \cdot n + 1 \\ \infty \text{ dacă } j < \left[\frac{i-1}{m}\right] \cdot n + 1 \end{cases}$$

$$(i = 1, 2, ..., mT;\ j = 1, 2, ..., nT)$$

modelul (25) — (28) devine:

$$\sum_{j=1}^{nT} x_{ij} \leqslant a_i; \quad (i = 1, 2, ..., mT) \tag{25'}$$

$$\sum_{i=1}^{mT} x_{ij} = b_j; \ (j = 1, 2, ..., nT) \tag{26'}$$

$$x_{ij} \geqslant 0; \ (i = 1, 2, ..., mT;\ j = 1, 2, ..., nT) \tag{27'}$$

$$min \sum_{i=1}^{mt} \sum_{j=1}^{nT} \bar{\gamma}_{ij}\ x_{ij}. \tag{28'}$$

O condiție necesară și suficientă pentru ca modelul (1) — (9) cu $\alpha_i(t) = \beta_j(t) = \aleph_{ij}(t) = \infty$ pentru $i = 1, 2, ..., m$, $j = 1, 2, ..., n$; $t = 0, 1, ..., T - 1$ să aibă soluție este ca [7]:

$$\sum_{t=0}^{\tau} \sum_{i=1}^{m} a_i(t) \geqslant \sum_{t=0}^{\tau} \sum_{j=1}^{n} b_j(t); \ (\tau = 0, 1, ..., T - 1).$$

Pentru soluționarea modelului (25') — (28') se poate aplica oricare dintre algoritmii cunoscuți pentru rezolvarea problemei de transport, de exemplu *metoda diferențelor comparate* propusă de autor în anul 1961 și descrisă în [1], [2], [3], [4].

Întrucît problema (25) — (28), respectiv (25') — (28') are foarte multe rute blocate, matricea problemei avînd, de fapt o formă triunghiulară (fig. 1), pentru soluționarea ei se poate utiliza o tehnică de descompunere bazată pe metoda diferențelor comparate.

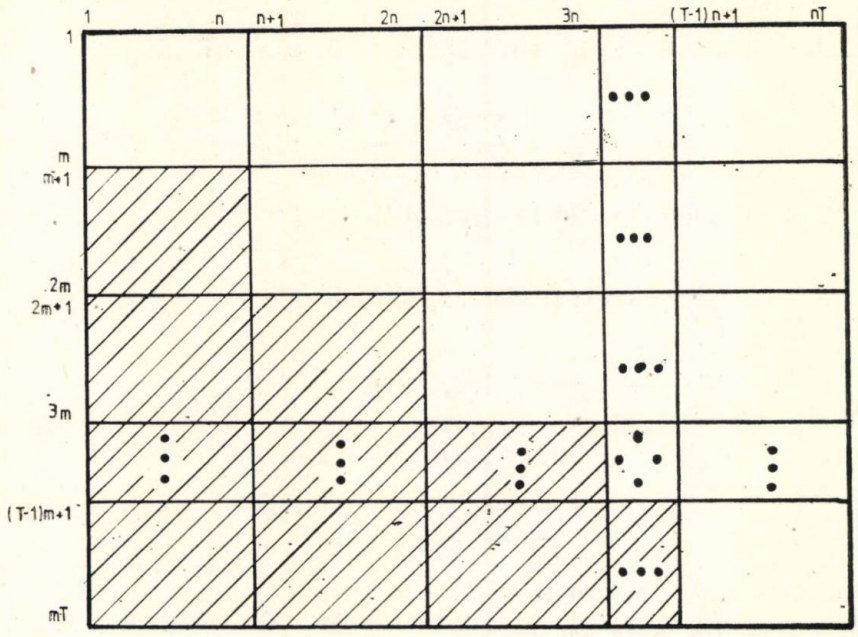


Fig. 1.

3. SCURTĂ PREZENTARE A METODEI DIFERENȚELOR COMPARATE*

Fie problema de transport:

$$(P):\begin{cases} \sum_{j=1}^{q} x_{ij} \leqslant a_i; \ (i = 1, 2, ..., r) & (29) \\ \sum_{i=1}^{r} x_{ij} = b_j; \ (j = 1,2, ..., q) & (30) \\ x_{ij} \geqslant 0; \ (i = 1, \ 2, ..., r; \ j = 1, 2, ..., q) & (31) \\ H = min \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{q} \gamma_{ij} \, x_{ij} & (32) \end{cases}$$

unde a_i $(i = 1, 2, ...,r)$ și b_j $(j = 1, 2, ..., q)$ sînt întregi pozitive,

$$\text{iar } \sum_{i=1}^{r} a_i \geqslant \sum_{j=1}^{q} b_j$$

*) Prezentăm într-o formă puțin modificată metoda diferențelor comparate propusă de autor în anul 1961 în Lucrarea de diplomă pentru obținerea licenței în matematică. Metoda a fost descrisă și în [2], [3], [4]. Aceeași metodă a fost prezentată în anul 1977 de Ulrich Derigs și Uwe Zimmermann [6] în care se analizează eficiența metodei comparativ cu alte metode de soluționare a problemei de transport.

Definiții

D 1. Fie vectorul $a^k = (a_1^k, a_2^k, ..., a_r^k)$ cu $a_i^k \geqslant 0$ și

$$\sum_{i=1}^{r} a_i^k = \sum_{j=1}^{q} b_j.$$

O soluție optimă $X(a^k) = \| x_{ij}\ (a^k)\|_{r \times q}$ a problemei:

$$P(a^k): \begin{cases} \sum_{j=1}^{q} x_{ij} = a_i^k;\ (i = 1, 2, ..., r) & (29') \\ \sum_{i=1}^{r} x_{ij} = b_j;\ (j = 1, 2, ..., q) & (30') \\ x_{ij} \geqslant 0;\ (i = 1,\ 2, ..., r;\ j = 1, 2, ..., q) & (31') \\ H(a^k) = \min \sum_{i=1}^{r} \sum_{j=1}^{q} \gamma_{ij}\ x_{ij} & (32') \end{cases}$$

se numește *alegere* pentru P.

Fie mulțimile de indici

$$I = \{1, 2, ..., r\};\ J = \{1, 2, ..., q\}. \tag{33}$$

Corespunzător alegerii $X(a^k)$ definim următoarea partiție a lui I:

$$\begin{aligned} I^{\circ}(a^k) &= \{i : i \in I;\ a_i^k = a_i\} \\ I^{+}(a^k) &= \{i : i \in I;\ a_i^k > a_i\} \\ I^{-}(a^k) &= \{i : i \in I;\ a^k < a_i\} \end{aligned} \tag{34}$$

$I^{+}(a)$ reprezintă mulțimea punctelor de producție a căror capacitate de producție este suprasolicitată conform alegerii $X(a^k)$, iar $I^{-}(a^k)$ cea a punctelor subsolicitate.

D 2. Următoarea mărime:

$$\text{mes } X(a^k) = \sum_{i \in I^{+}(a^k)} [a_i^k - a_i] \tag{35}$$

se numește *măsură a alegerii* $X(a^k)$.

Dacă mes $X(a^k) = 0$ atunci alegerea $X(a^k)$ reprezintă o soluție optimă a problemei P. Faptul că mes $X(a^k) = 0$ este echivalent cu faptul că $I^{+}(a^k) = \Phi$.

D 3. Corespunzător alegerii $X(a^k)$ definim pentru fiecare pereche $(i_1, i_2) \in I \times I$ următorul „cost":

$$d_{i_1 i_2}(a^k) = \min_{j \in M_{i_1}(a^k)} [\gamma_{i_2 j} - \gamma_{i_1 j}] \tag{36}$$

unde

$$M_{i_1}(a^k) = \{j : j \in J,\ (i_1, j) \in \Omega(a^k)\} \tag{37}$$

iar:

$$\Omega(a^k) = \{(i, j) : (i, j) \in I \times J,\ x_{ij}(a^k) > 0\}. \tag{38}$$

În general: $d_{i_1 i_2}(a^k) \neq d_{i_2 i_1}(a^k)$.

D 4. Definim „distanța" de la mulțimea $I^+(a^k)$ la mulțimea $I^-(a^k)$ astfel:

$$\Delta(a^k) = \min_{i_0 \in I^+(a^k)} \min_{i_p \in I^-(a^k)} \gamma_{i_0 i_p}(a^k) \tag{39}$$

unde:

$$\gamma_{i_0 i_p}(a^k) = min\,[d_{i_0 i_p}(a^k);\ \min_{i_h, i_l \in I^0(a^k)} (d_{i_0 i_h}(a^k) + \varepsilon_{i_h i_l}(a^k) + d_{i_l i_p})] \tag{40}$$

iar $\varepsilon_{i_h i_l}(a^k)$ reprezintă distanța minimă dintre vîrfurile i_h, i_l ale grafului $G^0(a^k) = (I^0(a^k), \Gamma)$ generat de mulțimea punctelor lui $I^0(a^k)$, în care lungimea arcului (i_1, i_2) este $d_{i_1 i_2}(a^k)$.

Mărimile $\varepsilon_{i_h i_l}(a^k)$ se pot calcula de pildă pe baza algoritmului lui B. Roy [8], sau al oricărui alt algoritm pentru determinarea drumurilor minime într-un graf orientat (vezi de exemplu algoritmul prezentat în [3]).

D 5. Fie $\Delta(a^k)$ „distanța" de la mulțimea $I^+(a^k)$ la mulțimea $I^-(a^k)$; dacă:

$$\Delta(a^k) = \sum_{l=1}^{s} [\gamma_{i_l j_l} - \gamma_{i_{l-1} j_{l-1}}] \tag{41}$$

atunci:

$$\mathfrak{L}(a^k) = \{(i_0, j_0), (i_1, j_0), (i_1, j_1), (i_2, j_1) \ldots, (i_{s-1}\, j_{s-1}), (i_s, j_{s-1})\} \tag{42}$$

se numește *drumul de legătură* dintre $I^+(a^k)$ și $I^-(a^k)$.

Conform construcției avem:

$$i_0 \in I^+(a^k);\ i_l \in I^0(a^k) \text{ pentru } l = 1, 2, \ldots, s-1;\ i_s \in I^-(a^k) \tag{43}$$

$$\text{și } (i_l, j_l) \in \Omega(a^k) \text{ pentru } l = 0, 1, \ldots, s-1. \tag{44}$$

În fig. 2 se prezintă drumul (42).

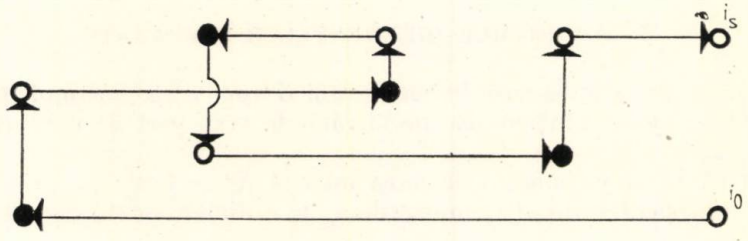


Fig. 2.

D 6. *Capacitatea drumului de legătură* (42) dintre $I^+(a^k)$ și $I^-(a^k)$ este:

$$C(\mathfrak{L}(a^k)) = \min_{l=0,1,..,s-1} x_{i_l j_l}(a^k). \tag{45}$$

Vom nota:

$$\mathfrak{L}^0(a^k) = \{(i_0, j_0), (i_1, j_1), ..., (i_{s-1}, j_{s-1})\} \tag{46}$$

$$\mathfrak{L}^1(a^k) = \{(i_1, j_0), (i_2, j_1), ..., (i_s, j_{s-1})\} \tag{47}$$

Teoremă.

Fie $\Delta(a^k)$ „distanța" de la mulțimea $I^+(a^k)$ la mulțimea $I^-(a^k)$ și $\mathfrak{L}_{i_0}(a^k)$ drumul corespunzător dat de (42).

Dacă

$$a_i^{k+1} = \begin{cases} a_i^k - \nu(a^k) \text{ dacă } i = i_0 \\ a_i^k + \nu(a^k) \text{ dacă } i = i_s \\ a_i^k \text{ dacă } i \neq i_0 \text{ și } i \neq i_s \end{cases} \tag{48}$$

unde

$$\nu(a^k) = \min \{a_{i_0}^k - a_{i_0}; a_{i_s} - a_{i_s}^k; C(\mathfrak{L}(a^k))\} \tag{49}$$

iar $C(\mathfrak{L}(a^k))$ este capacitatea drumului $\mathfrak{L}(a^k)$, atunci alegerea $X(a^{k+1})$ este definită de:

$$x_{ij}(a^{k+1}) = \begin{cases} x_{ij}(a^k) \text{ dacă } (i,j) \notin \mathfrak{L}(a^k) \\ x_{ij}(a^k) - \nu(a^k) \text{ dacă } (i,j) \in \mathfrak{L}(a^k) \\ x_{ij}(a^k) + \nu(a^k) \text{ dacă } (i,j) \in \mathfrak{L}^1(a^k) \end{cases} \tag{50}$$

iar:

$$H(a^{k+1}) = H(a^k) + \nu(a^k) \cdot \Delta(a^k) \tag{51}$$

unde $H(a^k)$ este valoarea optimă a funcționalei—scop (32′).

Avem de asemenea:

$$\text{mes } X(a^{k+1}) = \text{mes } X(a^k) - \nu(a^k) < \text{mes } X(a^k). \tag{52}$$

4. ALGORITMUL DIFERENȚELOR COMPARATE

Bazați pe cele descrise în paragraful 3 vom da algoritmul diferențelor comparate pentru soluționarea problemei de transport P dată de relațiile (29) — (32).

Pasul 1: Se calculează alegerea inițială $X^0 = \| x_{ij}^0 \|_{r \times q}$; pentru acesta se ordonează pentru fiecare j mărimile γ_{ij} în ordine crescătoare:

$$\gamma_{i_1 j} \leqslant \gamma_{i_2 j} \leqslant ... \leqslant \gamma_{i_r j}; \quad (j = 1, 2, ..., q).$$

Se ia

$$x^0_{i_k j} = max \{0,\ min\ [b_j - \sum_{l=1}^{k-1} x_{i_l j};\ a_{i_k}]\}. \tag{53}$$

Prin definiție:

$$a_i^0 = \sum_{j=1}^{q} x_{ij}^0\ ;\ (i = 1, 2, ..., r) \text{ și } X(a^0) = X^0 \tag{54}$$

Se face $k: = 0$ și se trece la pasul 2.

Pasul 2: Pentru $X(a^k)$ se identifică mulțimile $I^0(a^k)$, $I^+(a^k)$ și $I^-(a^k)$ definite de formulele (34). Dacă mes $X(a^k) = 0$ atunci alegerea $X(a^k)$ reprezintă soluția optimă a problemei P și calculul se oprește. Dacă mes $X(a^k) > 0$ se trece la pasul 3.

Pasul 3: Se calculează costurile $d_{i_1, i_2}(a^k)$ pentru

$$i_1 \in I^0(a^k) \cup I^+(a^k) \text{ și } i_2 \in I^0(a^k) \cup I^-(a^k)$$

conform formulei (36). Se calculează matricea

$$\varepsilon(a^k) = \| \varepsilon_{i_h i_l}(a^k) \|_{r(k) \times r(k)} \tag{55}$$

a distanțelor minime dintre vîrfurile grafului $(I^0(a^k), \Gamma)$ generat de mulțimea $I^0(a^k)$, în care lungimea arcului (i_1, i_2) este $d_{i_1, i_2}(a^k)$ dată de (36). S-a notat:

$$r(k) = \text{card } I^0(a^k). \tag{56}$$

Pasul 4: Fie $i_0 \in I^+(a^k)$, $i_s \in I^-(a^k)$ indicii care realizează $\Delta(a^k)$ distanța minimă dintre $I^+(a^k)$ și $I^-(a^k)$ conform formulei (39); se identifică drumul de legătură $\mathfrak{L}(a^k)$ dintre $I^+(a^k)$ și $I^-(a^k)$ (conform definiției 5). Se calculează noul vector a^{k+1} conform formulelor (48) — (49) și alegerea corespunzătoare $X(a^{k+1})$ conform formulelor (50). Se face $k: = k + 1$ și se retrece la pasul 2.

Întrucît a_i și b_j sînt întregi, iar conform teoremei din paragraful 3 avem:

$$\text{mes } X(a^{k+1}) < \text{mes } X(a^k) \tag{57}$$

algoritmul va conduce într-un număr finit de pași la o alegere $X(a^p)$ pentru care mes $X(a^p) = 0$ și deci la soluția problemei P.

Observații:

1. Avem:

$$H(a) = H(a^0) + \sum_{k=0}^{p-1} \rho(a^k) \cdot \Delta(a^k) \tag{58}$$

unde $H(a)$ reprezintă valoarea optimă a performantei problemei P, p — numărul de iterații în care se ajunge la alegerea $X(a^p)$ de măsură nulă.

2. Fie $\Delta(a^k)$ distanța dintre mulțimile $I^+(a^k)$ și $I^-(a^k)$ corespunzătoare alegerii $X(a^k)$; avem:

$$\Delta(a^\circ) \leqslant (a^1) \leqslant \ldots \leqslant \Delta(a^p). \tag{59}$$

3. Aplicarea metodei diferențelor comparate este eficientă în special în cazul în care matricea problemei este foarte dreptunghiulară, respectiv:

$$\frac{r}{q} << 1. \tag{60}$$

4. În cazul în care problema (P) este cu capacități limitate, deci restricțiile (31) devin

$$0 \leqslant x_{ij} \leqslant \delta_{ij};\ (i = 1, 2, \ldots, r;\ j = 1, 2, \ldots, q) \tag{31'}$$

atunci în algoritm apar următoarele modificări:

a) Fie pentru fiecare j mărimile γ_{ij} ordonate în ordine crescătoare:

$$\gamma_{i_1 j} \leqslant \gamma_{i_2 j} \leqslant \ldots \leqslant \gamma_{i_r j}.$$

Alegerea inițială X° (pasul 1) se calculează astfel:

$$x^\circ_{i_k j} = max\ \{0,\ min\ [\delta_{i_k j};\ b_j - \sum_{l=1}^{k-1} x_{i_l j};\ a_{i_k}]\}. \tag{53'}$$

b) Capacitatea drumului de legătură dintre $I^+(a^k)$ și $I^-(a^k)$ (Definiția 6) se calculează astfel:

$$C\ (\mathcal{L}(a^k)) = min\ \{\min_{l=0,1,\ldots,\ s-1} x_{i_l j_l}(a^k),\ \min_{l=1,2,\ldots,s} \delta_{i_l j_{l-1}}\}. \tag{45'}$$

5. SOLUȚIONAREA PROBLEMEI DINAMICE DE PRODUCȚIE-TRANSPORT CU AJUTORUL ALGORITMULUI DIFERENȚELOR COMPARATE.

Fie problema dinamică de producție-transport fără restricții de capacitate la depozitare sau transport. Așa cum s-a arătat în paragraful 2, aceasta este echivalentă cu problema (25)—(28).

Fie $\{P_t\}$ $t = 0, 1, \ldots, T-1$ următoarea familie de probleme de transport:

$$(P_t):\begin{cases} \sum_{j=nt+1}^{(t+1)n} x_{ij} \leqslant a_i;\ (i = 1, 2, \ldots, (t+1)m) & (61) \\ \sum_{i=1}^{(t+1)m} x_{ij} = b_j;\ (j = nt+1, \ldots, (t+1)n) & (62) \\ x_{ij} \geqslant 0;\ (i = 1, 2, \ldots, (t+1)m;\ j = nt+1, \ldots, (t+1)n) & (63) \\ min \sum_{i=1}^{(t+1)m} \sum_{j=nt+1}^{(t+1)n} \gamma_{ij}\, x_{ij};\ (t = 0, 1, 2, \ldots, T-1) & (64) \end{cases}$$

și $\bar{X}_t^0$ soluția optimă a problemei P_t $(t = 0, 1, ..., T-1)$. Aceasta se poate obține cu ajutorul algoritmului diferențelor comparate, sau cu ajutorul oricărui alt algoritm de soluționare a problemei de transport

Fie $X^\circ = \|x_{ij}^\circ\|_{mT \times nT}$ unde:

$$a_{ij}^\circ = \begin{cases} \bar{x}_{ij}^\circ \text{ dacă } j \geq \left[\dfrac{i-1}{m}\right] n+1 \\ \\ 0 \text{ dacă } j < \left[\dfrac{i-1}{m}\right] n+1 \end{cases} ; \ (i = 1, 2, ..., mT). \tag{65}$$

Se ia:

$$a_i^\circ = \sum_{j=\left[\frac{i-1}{m}\right]n+1}^{nT} x_{ij}^\circ ; \quad (i = 1, 2, ..., mT) \tag{66}$$

și

$$X(a^\circ) = X^\circ \tag{67}$$

care reprezintă alegerea inițială pentru problema (25)—(28).

Avem:

$$a_i^\circ \leqslant \left(T - \left[\frac{i-1}{n}\right]\right) a_i ; \quad (i = 1, 2, ..., mT). \tag{68}$$

Fie mulțimea de indici:

$$I = \{1, 2, ..., mT\}; \qquad J = \{1, 2, ..., nT\}. \tag{69}$$

Pentru aflarea soluției problemei (25) — (28) se aplică algoritmul diferențelor comparate, descris în paragraful precedent, cu singura modificare că mărimile $d_{i_1 i_2}(a^k)$ se definesc astfel:

$$d_{i_1 i_2}(a^k) = \min_{j \in M_{i_1 i_2}(a^k)} [\gamma_{i_2 j} - \gamma_{i_1 j}] \tag{36'}$$

unde:

$$M_{i_1 i_2}(a^k) = \{ j : j \in J ; \ j \geq \left[\frac{i_2 - 1}{m}\right] n + 1 ; \ (i_1, j) \in \Omega(a^k)\} \tag{37'}$$

iar $\Omega(a^k)$ este dat de (38).

Pentru drumul de legătură (42) vor fi satisfăcute pe lîngă relațiile (43)—(44) și condițiile:

$$j_l \geq \left[\frac{i_{l+1} - 1}{m}\right] n + 1 ; \ (l = 0, 1, 2, ..., s-1). \tag{70}$$

Fie $X(a^p)$ o alegere pentru problema (25)—(28) cu:

$$\text{mes } X(a^p) = 0$$

Rezultă că $X(a^p)$ este o soluție optimă a problemei (25)—(28). În acest caz soluția optimă corespunzătoare a problemei (1)—(9) cu condițiile (17) satisfăcute este următoarea:

$$X_i(t) = \sum_{j=nt+1}^{nT} x_{mt+i,j}\,;\ (i = 1, 2, ..., m;\ t = 0, 1, ..., T-1) \tag{71}$$

$$u_{ij}(t) = \sum_{(\tau,\sigma)\in\Lambda_{ij}^{(t)}} x_{i+m\tau,j+n\sigma}\,;(i = 1, 2, ..., m;\ j = 1, 2, ..., n; \tag{72}$$

$$t = 0, 1, ..., T-1)$$

unde:

$$\Lambda_{ij}(t) = \{(\tau, \sigma): 0 \leqslant \tau \leqslant t;\ t \leqslant \sigma \leqslant T-1;\ \min_{\tau\leqslant k\leqslant\sigma} \varphi_{ij}(\tau, k, \sigma) = \varphi_{ij}(\tau, t, \sigma)\} \tag{73}$$

cu

$$\varphi_{ij}(\tau, k, \sigma) = \sum_{l=\tau+1}^{k} h_i(l) + c_{ij}(k) + \sum_{l=k+1}^{\sigma} q_j(l). \tag{74}$$

BIBLIOGRAFIE

1. ALTĂR M.: *Metode de soluționare a problemelor de transport.* Lucrare de licență, Facultatea de matematică a Universității din București, iulie 1961.
2. ALTĂR M., RĂDULESCU D.: *O metodă de soluționare a problemelor de transport.* „Studii de Statistică", București, 1962 (Lucrările sesiunii științifice a Direcției Generale de Statistică, București, noiembrie 1961), 139—147.
3. ALTĂR M. ș.a.: *Aplicații ale metodelor matematice în probleme de repartiție.* Editura științifică, București, 1964.
4. ALTĂR M.: *Un algoritm pentru soluționarea unor probleme legate de folosirea optimă a fondului de investiții într-o ramură industrială.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 3, 1966.
5. BELLMORE M., EKLOF W.D. , NEMHAUSER G.L.: *A Decomposable Transshipment Algorithm for a Multiperiod Transportation Problem.* Naval Research Logistics Qvarterly, vol. 16, No. 4, dec. 1969.
6. DERIGS U., ZIMMERMANN U.: *An Augmenting Path Method For Solving Linear Bottleneck Transportation Problems.* Mathematisches Institut, Universität Zu Kőln R.F.G. Raport 77-9, Dec., 1977
7. KRIVONOZHKO V. YE., PROPOY. A.I.: *O metodă pentru soluționarea problemelor dinamice de transport.* Avtomatika i telemehanika, Nr.12, 1979 (l. rusă).
8. TOMESCU I.: *Introducere în Combinatorică.* Editura tehnică, București, 1972.

5. 04. 1980

Prof. dr. G. THEILER
Universitatea București
Prof. dr. L. TÖVISSI
Academia de studii economice

Legi limită pentru valori extremale și unele probleme de control statistic global

În lucrare se prezintă unele considerente asupra posibilităților de aplicare a statisticii matematice atît în controlul global al calității producției, cît și în vederea rezolvării problemei măsurii în care legile limită pentru valori extremale pot fi folosite.

1. În aplicarea eficientă a metodelor statisticii matematice cercetătorul este pus adesea în situația de a evalua cu grijă diferitele informații privitoare la problema de studiat și de a aprecia ce este de considerat ca informație relevantă, spre a putea folosi procedeele indicate în cazul avut în vedere.

Cînd se folosește termenul informație relevantă se are în vedere un gen de informație ce ar trebui luat în considerare ca unul din elementele de bază în cazul respectiv și de care să se țină seama în mod explicit în elaborarea modelului matematic de folosit.

În principal informațiile ce se consideră a fi relevante se împart în trei mari categorii:

a) acele din experiențe sau observații anterioare, în cazuri similare sau nu prea diferite de cel avut în vedere, uneori din analogii sau considerente plauzibile;

b) datele de observație curente care în genere se prezintă sub forma a ceea ce se numește selecție;

c) evaluarea consecințelor atît în experiențe curente cît și trecute ca și a celor potențiale a diferitelor situații la care se poate ajunge, fiind de dorit ca acestea să poată fi cuantificate. Conceptul de utilitate s-a introdus tocmai în acest scop.

Dar dacă acestea sînt cele trei mari categorii de informații relevante, aceasta nu înseamnă că toate trei sînt totdeauna acceptate în formalizarea unei teorii a statisticii matematice. Grija de a se da un conținut cît mai obiectiv acesteia, de a se evita folosirea de concepte controversabile, cu caracter

subiectiv a făcut ca cei mai mulți dintre statisticieni să se oprească la ceea ce astăzi se poate numi statistica matematică clasică. Aici în formalizarea matematică se iau în considerare numai datele de observație curente, deci nu și cele din experiențe trecute și nici nu se ține seama de evaluările plauzibile ale consecințelor posibile ale unei acțiuni sau alteia ce s-ar putea decide ca urmare a concluziilor analizei statistice. Aceasta nu înseamnă că statisticienii ce se situează pe pozițiile statisticii matematice clasice nu țin seama deloc de experiențele trecute sau de consecințele posibile ale diferitelor situații la care se poate ajunge, dar acestea nu intră în formalizarea modelului matematic. De acestea se ține seama numai indirect pe măsura pregătirii și competenței statisticianului, în problema de abordat. Să presupunem că într-un anumit caz trebuie să se fixeze pragul de semnificație a unui anumit criteriu de verificare a ipotezelor. Alegerea depinde de măsura în care pot fi evaluate consecințele posibile, de riscul pe care este dispus să și-l asume cel interesat, de experiența și simțul de orientare al statisticianului. Iată dece în modelul matematic al statisticii matematice clasice nu intră problema fixării pragului de semnificație.

Pentru diferite legi de repartiție sînt bine cunoscute metodele de estimare a parametrilor, dar procedee de alegere a legii de repartiție în diferite situații concrete nu intră în elaborarea modelului matematic. Acestea sînt lăsate pe seama statisticianului, pe simțul său de orientare mai mult sau mai puțin fericit. Sînt probleme pentru care există un consens general, pentru altele nu.

Statistica matematică clasică pornește de la ipoteza că este posibil să se facă un număr oricît de mare de experiențe în aceleași condiții, ceea ce face ca frecvența apariției unui anumit eveniment să se apropie de probabilitatea corespunzătoare ori cît de mult și aceasta cu o probabilitate oricît de apropiată de 1, dacă numărul probelor este suficient de mare. Or, în destule cazuri nu poate fi vorba de un număr foarte mare de experiențe în aceleași condițiuni și nu s-ar putea vorbi de probabilități decît pe baza unui volum limitat de informații și de modificarea acestora pe măsura apariției altora noi.

În acest caz experiența trecută, în înțelesul cel mai general, nu poate fi ignorată și este cazul de a fi introdusă în modelul matematic. Acesta este obiectivul școlii bayesiene care și-a croit drumul în mijlocul unei vii controverse și care nu poate fi ignorată.

Sînt destule cazuri în care cel interesat să folosească analiza statistică ar dori să se orienteze cît mai rațional în luarea unei decizii, să-și dea seama de riscul trecerii la o acțiune sau alta sau cel puțin să vadă care este aceea care se prezintă rațional ca cea mai indicată. Aici se pune problema unei ordini a preferințelor și apoi, pe cît posibil, evaluarea lor numerică prin trecerea de la preferințe la utilități, de introdus în modelul matematic. Teoria matematică corespunzătoare a funcțiilor de decizie are o mare importanță teoretică, dar aplicarea acestora pune destule probleme.

Pentru cei ce vor să abordeze cu folos problematica diferitelor școli ale statisticii matematice spre a-și putea da seama cînd este cazul să se situeze pe pozițiile uneia sau alteia se poate consulta [3].

Am ținut să precizăm toate cele de mai sus pentru a sublinia faptul că deși autorii în acest articol și următorul vor folosi procedeele statisticii clasice, aceasta nu înseamnă că ea nu ar putea fi abordată mult mai cuprinzător.

2. Să trecem acum la problema care ne interesează: cea a controlului statistic al calității producției și să ne punem pentru început în cazul cel mai simplu și anume la împărțirea exemplarelor unui aceluiași produs în două mari categorii: acceptabile și rebutabile.

Într-adevăr, atunci cînd în anumite condiții date are loc producția de masă a unui anumit articol, în genere nu se pot obține exclusiv articole de calitate superioară. Rezultatele depind de precizia parametrilor utilajelor de folosit în procesul de producție, de calitatea materiilor prime, de gradul de pregătire a personalului care deservește utilajele etc. De aceea este firesc ca în abordarea teoretică să se pornească de la următoarea ipoteză privitoare la proporția produselor de bună calitate într-un caz dat: există o cotă minimală a și una maximală b; $0 \leqslant a < b \leqslant 1$, astfel încît să existe cazuri extrem de rare în care cota $a + \varepsilon$ ($\varepsilon > 0$) cu ε oricît de mic să poată fi atinsă, dar cota $a - \varepsilon$ să nu fie, și tot așa să existe cazuri în care cota $b - \varepsilon$ să poată fi atinsă, dar cota $b + \varepsilon$ nu.

Sîntem astfel conduși a lua în considerare situații în care funcția de repartiție F este astfel încît $\lim\limits_{x \to a+0} F(x) = 0$, iar $\lim\limits_{x \to b-0} F(x) = 1$ deci funcții de repartiție definite pe un interval închis $[a, b]$ cu $F(a) = 0$; $F(b) = 1$. Problema valorilor extremale pentru variabilele aleatoare corespunzătoare se pune desigur pentru intervalul (a, b). Este firesc a căuta să aducem acest caz la acela în care variabila aleatoare a fost definită pe intervalul $(-\infty, \infty)$ caz studiat pe larg în [1] și [2].

Or, variabilei aleatoare X definită pe intervalul închis $[a, b]$, cu funcția de repartiție $F(x)$, putem face să-i corespundă o variabilă aleatoare Y definită pe intervalul $(-\infty, \infty)$ cu funcția de repartiție $\Phi(y)$ definită astfel:

a) pentru $a < x \leqslant \dfrac{a+b}{2}$, $y = \dfrac{1}{a-x} + \dfrac{2}{b-a}$, deci pentru $-\infty < y \leqslant 0$,

$$x = a - \frac{1}{y - \dfrac{2}{b-a}}, \text{ iar } \Phi(y) = F\left[a - \frac{1}{y - \dfrac{2}{b-a}}\right] = F(x),$$

b) pentru $\dfrac{a+b}{2} \leqslant x < b$, $y = \dfrac{1}{b-x} - \dfrac{2}{b-a}$, deci pentru $0 \leqslant y < \infty$, $x =$

$$= b - \frac{1}{y + \dfrac{2}{b-a}}, \text{ iar } \Phi(y) = F\left[b - \frac{1}{y + \dfrac{2}{b-a}}\right] = F(x).$$

În felul acesta între variabilele X și Y se stabilește o corespondență biunivocă cu respectarea ordinei șirurilor variaționale corespunzătoare și în esență cu aceeași funcție de repartiție.

În consecință legea de repartiție a maximului, respectiv minimului unui șir variațional de volum n corespunzător variabilei X este aceeași cu acea corespunzătoare variabilei Y. Este de subliniat că această situație se datorește faptului că în cazul avut învedere, inegalitatea $X < x$ atrage după sine $Y < y$ și reciproc, aceasta fiind cauza pentru care am putut scrie $\Phi(y) = F(x)$.

Lucrurile se prezintă altfel în cazul legilor limită căci inegalitatea:

$$\frac{Y-\beta_n}{\alpha_n} < y \text{ adică } \frac{\left(\frac{1}{a-x}+\frac{2}{b-a}\right)-\beta_n}{\alpha_n} < \frac{1}{a-x}+\frac{2}{b-a}$$

respectiv $\dfrac{\left(\frac{1}{b-x}-\frac{2}{b-a}\right)-\beta_n}{\alpha_n} < \dfrac{1}{b-x}-\dfrac{2}{b-a}$ nu-i mai corespunde o inegalitate de forma $\dfrac{X-\beta_n'}{\alpha_n'} < x$ respectiv $\dfrac{X-\beta_n''}{\alpha_n''} < x$.

În timp ce problema aflării directe a legilor limită pentru X prezintă unele dificultăți, nu același lucru se întîmplă cu Y, întrucît y poate lua orice valoare din intervalul $(-\infty, +\infty)$ sau cel puțin valori dintr-unul din intervalele $(-\infty, 0)$, $(0, +\infty)$ și pentru aceste cazuri problema aflării legilor limită a maximului, respectiv a minimului a fost rezolvată complet (a se vedea [1]).

Iată dece este de luat în considerare nu variabila aleatoare $\dfrac{X-\beta_n}{\alpha_n}$, ci $\dfrac{Y-\beta_n}{\alpha_n}$ adică $\dfrac{\left(\frac{1}{a-x}+\frac{2}{b-a}\right)-\beta_n}{\alpha_n}$ pentru $0 < x \leqslant \dfrac{a+b}{2}$ respectiv $\dfrac{\left(\frac{1}{b-x}-\frac{2}{b-a}\right)-\beta_n}{\alpha_n}$ pentru $\dfrac{a+b}{2} \leqslant x < b$.

Or, după cum s-a văzut, legile limită pentru $\Phi^n\left(\dfrac{Y-\beta_n}{\alpha_n} < y\right)$ adică pentru maxim sînt: a) $e^{-e^{-\frac{1}{\gamma}(y-c)}}$, $\gamma > 0, -\infty < y < +\infty$; b) $e^{-\left(\frac{y+\alpha}{c}\right)^{-\frac{1}{\gamma}}}$ pentru $y > -\alpha$ și 0 pentru $y \leqslant -\alpha$; $\gamma > 0$; $c > 0$; c) $e^{-\left(-\frac{y+\alpha}{c}\right)^{1/\gamma}}$ pentru $y < -\alpha$ și 1 pentru $y \geqslant -\alpha$; $\gamma > 0$; $c > 0$. Legile limită pentru minim adică pentru $1-\left[1-\Phi\left(\dfrac{Y-\beta_n}{\alpha_n} < y\right)\right]^n$ sînt:

a) $1-e^{-e^{\frac{1}{\gamma}(y+c)}}$, $\gamma > 0$; $-\infty < y < +\infty$; b) $1-e^{-\left(-\frac{y-\alpha}{c}\right)^{-1/\gamma}}$ pentru $y < \alpha$; $\gamma > 0$; $c > 0$; c) $1-e^{-\left(\frac{y-\alpha}{c}\right)^{1/\gamma}}$ pentru $y > \alpha$; $\gamma > 0$; $c > 0$.
Ultima este repartiția Weibull cu trei parametri.

Dacă se face în a) $c = 0$; $\gamma = 1$; $\dfrac{1}{\gamma} = \beta$, iar în b) și c) $\alpha = 0$, $c = 1$,

$\frac{1}{\gamma} = \beta$ se obțin formele canonice ale acestor legi, care în cazul minimului sînt:

a') $1 - e^{-e^y}$; $-\infty < y < +\infty$; b') $1 - e^{-(-y)^{-\beta}}$; $-\infty < y < 0$; $\beta > 0$;

c') $1 - e^{-y^{\beta}}$, $0 < y < +\infty$, $\beta > 0$.

Din cele de mai sus se vede că, chiar dacă ar fi cazul să se folosească repartiția Weibull în probleme legate de verificarea statistică a calității producției, nu ar trebui folosite direct datele de observație corespunzătoare variabilei aleatoare X, ci cele ce ar rezulta prin calcul pentru variabila Y. Apoi este de remarcat că nu orice funcție de repartiție inițială F duce la repartiția Weibull, ci numai acelea care satisfac condiții corespunzătoare pentru Φ ce urmează a fi aflate pe baza rezultatelor prezentate în [2] pentru cazul maximului. În fine, nu trebuie uitat că aplicarea legilor limită pentru valori extremale presupune un volum foarte mare de date de observație, iar dacă este vorba de folosirea legilor limită a valorilor extremale în probleme de controlul calității producției, ar trebui justificat de ce să se utilizeze repartiția Weibull și nu una din celelalte două. Ori la o astfel de justificare ar trebui să se țină seama de natura funcției de repartiție F și de faptul dacă legea probabilistică inițială corespunzătoare are o justificare în problema în cauză.

Nu trebuie trecut sub vedere nici faptul că o lege a cărei justificare teoretică presupune un volum foarte mare de date de observație, în practică adesea se poate aplica destul de satisfăcător cu un volum nu prea mare de date.

În ceea ce privește pe a și b s-a presupus că valorile acestora sînt cunoscute, căci cunoașterea precisă a lui a și b este esențială în aflarea legilor limită a extremelor, ca mai sus, deși în practică această cerință nu este ușor de satisfăcut. De altfel continua îmbunătățire a procesului de producție, realizarea unor sortimente de mai bună calitate fac ca valorile găsite pentru a și b să nu fie valabile decît pentru intervale de timp relativ reduse, în locul acestora apărînd apoi altele mai adecvate.

Să mai remarcăm apoi că o problemă de maxim pentru produse de bună calitate revine la una de minim pentru rebuturi, iar una de minim pentru produse de bună calitate revine la una de maxim pentru rebuturi. În consecință atunci cînd sînt înregistrate cu regularitate atît proporțiile produselor de bună calitate cît și a rebuturilor, este suficient ca în studiul valorilor extremale să ne limităm numai la maxim sau numai la minim. Dacă se înregistrează numai una din aceste proporții și se caută a se evita operații suplimentare, este firesc să se prezinte separat cazul valorilor extremale maxime de cele minime.

3. Să ne oprim acum asupra condițiilor pe care trebuie să le satisfacă o funcție de repartiție inițială pentru ca să existe o lege limită extremală.

Întrucît este firesc să prezentăm condițiile atît pentru maxim cît și pentru minim, iar în [2] le-am prezentat numai pe acelea pentru maxim separat pentru fiecare din cele trei legi limită posibile, vom începe prin a arăta cum condițiile pentru minim se pot obține foarte simplu din cele pentru maxim.

Se știe (a se vedea de ex. [1]) că funcția de repartiție pentru maxim este $\Phi^n(y)$ iar pentru minim $1 - [1 - \Phi(y)]^n$ și că pentru aflarea legilor

limită a valorilor extremale sînt de aflat condițiile în care $\lim_{n\to\infty} \Phi^n(\alpha_n y + \beta_n)$ există și este o funcție de repartiție; în mod corespunzător în cazul minimului trebuie ca $\lim_{n\to\infty} [1 - [1 - \Phi(\alpha'_n y + \beta'_n)]^n]$ să existe și să fie o funcție de repartiție deci ca $\lim_{n\to\infty} [1 - \Phi(\alpha'_n y + \beta'_n)]^n$ să existe și să fie egală cu $1 - U'(y)$ unde U' este o funcție de repartiție. Notînd $1 - U'(y) = U_1(-y) = U_1(z)$; $z = -y$, se vede că U_1 este o funcție de repartiție ($U_1(-\infty) = 0$; $U_1(+\infty) = 1$, iar U_1 este nedescrescătoare. Tot așa notînd $[1 - \Phi(\alpha'_n y + \beta'_n)] = \Phi_1[-(\alpha'_n y + \beta'_n)] = \Phi_1(\alpha_n z + \beta_n)$; $\alpha_n = \alpha'_n$; $\beta_n = -\beta'_n$ se vede că Φ_1 este o funcție de repartiție. Așadar a cere ca $\lim_{n\to\infty} [1 - \Phi(\alpha'_n y + \beta'_n)]^n$ să existe și să fie egală cu $1 - U'(y)$ revine la a cere ca $\lim_{n\to\infty} \Phi_1^n(\alpha_n z + \beta_n)$ să existe și să fie egală cu $U_1(z)$, unde U_1 este o funcție de repartiție. Or această problemă a fost rezolvată în [1]. Desigur acolo în loc de Φ_1 apare F și x în loc de z.

Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească spre a exista una din cele trei legi limită pentru minim sînt acum imediate. Se scriu condițiile corespunzătoare lui Φ_1 în cazul maximului, apoi în loc de $\Phi_1(z)$ se scrie $1 - \Phi(y)$ și se ține seama de faptul că $y = -z$ astfel că de exemplu atunci cînd z ia valori cuprinse între $-\infty$ și 0; y ia valori cuprinse între 0 și $+\infty$ iar dacă $z \to -0$ atunci $y \to +0$ etc.

Vom aplica acest procedeu criteriilor de la pag. 37 din [2] care se referă la forma canonică a repartițiilor limită, în cazul maximului, ținînd seama bineînțeles de natura funcției Φ. Apoi vom prezenta criteriile direct pentru funcția F $(a < x < b)$.

Criteriile le vom prezenta atît pentru cazul maximului cît și pentru acel al minimului.

1°. Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca

$$\Phi^n(\alpha_n y + \beta_n) \to e^{-y^{-\beta}}; \quad \beta > 0; \; y > 0$$

este necesar și suficient ca pentru orice $k > 0$

$$\lim_{y\to+\infty} \frac{1 - \Phi(y)}{1 - \Phi(ky)} = k^{\beta}.$$

În particular dacă $\lim_{y\to\infty} y^{\beta}[1 - \Phi(y)]$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

1'°. Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca

$$1 - [1 - \Phi(\alpha_n y + \beta_n)]^n \to 1 - e^{-(-y)^{-\beta}}; \quad \beta > 0, \; y < 0$$

este necesar și suficient ca pentru orice $k > 0$:

$$\lim_{y\to-\infty} \frac{\Phi(y)}{\Phi(ky)} = k^{\beta}.$$

În particular dacă $\lim_{y\to-\infty} (-y)^{\beta}\,\Phi(y)$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

2°. Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca

$$\Phi^n(\alpha_n y + \beta_n) \to e^{-(-y)^{\beta}}\ ;\ \beta > 0;\ y < 0$$

este necesar și suficient ca pentru orice $k > 0$:

$$\lim_{y\to-0} \frac{1-\Phi(ky)}{1-\Phi(y)} = k^{\beta}.$$

În particular dacă $\lim_{y\to-0} (-y)^{-\beta}\,[1-\Phi(y)]$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

2'°. Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca $1-[1-\Phi(\alpha_n y+\beta_n)]^n \to 1-e^{-y^{\beta}}$; $\beta > 0$, $y > 0$ este necesar și suficient ca pentru orice $k > 0$

$$\lim_{y\to+0} \frac{\Phi(ky)}{\Phi(y)} = k^{\beta}.$$

În particular dacă $\lim_{y\to+0} y^{-\beta}\,\Phi(y)$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

Observație. În cazul de aici x_0 din [2] pag. 37 este egal cu 0 căci prin construcție $\Phi(0) = 0$; $\Phi(-\varepsilon) > 0$ în 2° și tot așa $\Phi(0) = 0$; $\Phi(\varepsilon) > 0$ în 2'° pentru orice $\varepsilon > 0$.

3°. Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca $\alpha_n \to \alpha \neq 0$ și $\Phi^n(\alpha_n y+\beta_n) \to e^{-e^{-y}}$; $-\infty < y < +\infty$; este necesar și suficient ca:

$$\lim_{u\to\infty} \frac{1-\Phi(\alpha y+u)}{1-\Phi(u)} = e^{-y} \text{ pentru orice } y \text{ finit.}$$

În particular dacă $\lim_{u\to+\infty} e^{\frac{u}{\alpha}}\,(1-\Phi(u))$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

3'° Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca $\alpha_n \to \alpha \neq 0$ și $1-[1-\Phi(\alpha_n y+\beta_n)]^n \to 1-e^{-e^{y}}$; $-\infty < y < +\infty$ este necesar și suficient ca

$$\lim_{u\to-\infty} \frac{\Phi(\alpha y+u)}{\Phi(u)} = e^{y} \text{ pentru orice } y \text{ finit.}$$

În particular dacă $\lim_{n\to-\infty} e^{-\frac{u}{\alpha}}\,\Phi(u)$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

Subliniem că în 3° și 3'° nu am prezentat decît un caz particular căci cazul general nu poate fi adus la o formă simplă comparabilă cu cele de la punctele 1°, 1'°, 2°, 2'°.

Iată cum se prezintă o condiție necesară și suficientă în cazul general:

4°. Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca

$$\Phi^n(\alpha_n y+\beta_n) \to e^{-e^{-y}}\ ;\ -\infty < y < +\infty$$

este necesar și suficient ca:

$n[1 - \Phi[(\beta_{[ne]} - \beta_n)\, y + \beta_n] \to e^{-y}$ unde β_n este cel mai mic z astfel ca: $\Phi(z) \leqslant 1 - \frac{1}{n} \leqslant \Phi(z + 0)$.

Desigur o dată ce expresia pentru β_n a fost găsită, cea pentru $\beta_{[ne]}$ se obține imediat înlocuind în aceasta pe n cu $[ne]$; e baza logaritmilor neperieni.

4'° Pentru ca să existe numere α_n și β_n astfel ca

$$1 - [1 - \Phi(\alpha_n y + \beta_n)]^n \to 1 - e^{-e^y}; \; -\infty < y + \infty$$

este necesar și suficient ca:
$n\Phi[(\beta_{[ne]} - \beta_n)\, y - \beta_n] \to e^y$ unde β_n este cel mai mic z astfel ca:

$$\Phi(-z - 0) \leqslant \frac{1}{n} \leqslant \Phi(-z).$$

Poate că nu este inutil să menționăm că în timp ce la $\Phi(z)$ eventualele salturi au loc la dreapta, la $\Phi(-z)$ ele au loc la stînga $(-\infty < z < +\infty)$.

Să nu uităm însă că prezentînd criteriile de mai sus am avut în vedere forma canonică a legilor limită și că am presupus că atunci cînd x parcurge valorile dintre a și b; y parcurge valorile dintre $-\infty$ și $+\infty$. Ținînd seama de faptul că atunci cînd $a < x < b$, F ia valori diferite de 0 și 1 iar $F(a) = 0$; $F(b) = 1$, urmează că atunci cînd $-\infty < y < +\infty$, Φ ia valori diferite de 0 și 1 iar $\Phi(-\infty) = 0$, $\Phi(+\infty) = 1$.

Or aceste condiții sînt satisfăcute numai în cazul criteriilor 3° și 3'° și mai general 4° și 4'°. Dar în cazul criteriilor 1° și 2'°, Φ ia valori diferite de 0 și 1 numai dacă $0 < y < +\infty$ iar în cazul criteriilor 2° și 1'° numai cînd $-\infty < y < 0$. Iată dece relațiile:

$$y = \frac{1}{a - x} + \frac{2}{b - a}; \; a < x \leqslant \frac{a + b}{2}; \; y = \frac{1}{b - x} - \frac{2}{b - a}; \; \frac{a + b}{2} \leqslant x < b$$

sînt de folosit numai în ceea ce privește criteriile 3° și 3'° și mai general 4°, 4'°, în timp ce în cazul criteriilor 1° și 2'° este de folosit relația $y = \frac{1}{b - x} - \frac{1}{b - a}$; $a < x < b$, iar în cel al criteriilor 2° și 1'°;

$$y = \frac{1}{a - x} + \frac{1}{b - a}; \; a < x < b.$$

4. Criteriile de mai sus iau în considerare funcția de repartiție inițială Φ corespunzătoare variabilei Y, care este o funcție ajutătoare ca și variabila Y.

În mod firesc ele ar trebui să fie date pe baza funcției de repartiție F care corespunde datelor de observație directe adică variabilei aleatoare X.

Am văzut că $\Phi(y) = F(x)$, dar în criterii apar concomitent două valori dependente ale lui y. Astfel în criteriile 1°, 1'°, 2°, 2'° apar y și ky. Dacă lui y îi corespunde x, lui ky nu-i mai corespunde kx ci un x' dat, de exemplu în ca-

zul criteriului 1° de ecuația:

$ky = \frac{1}{b-x'} - \frac{1}{b-a}$. Deci în cazul acestui criteriu $x' = b - \frac{1}{ky + \frac{1}{b-a}} =$

$= b - \frac{1}{k\left[y + \frac{1}{b-a}\right] - \frac{k-1}{b-a}}$. Notînd $\frac{1}{y + \frac{1}{b-a}} = z$, se vede că $x =$

$= b - z$; $x' = b - \frac{1}{\frac{k}{z} - \frac{k-1}{b-a}} = b - \frac{z}{k} \cdot \frac{1}{1 - \frac{k-1}{k(b-a)}} = b - \frac{z}{k} -$

$-\left(\frac{z}{k}\right)^2 A(z)$ unde $A(z) = \frac{\frac{k-1}{b-a}}{1 - \frac{k-1}{k(b-a)}z}$. Cînd $y \to +\infty$; $z \to +0$ iar

$A(z) \to \frac{k-1}{b-a}$.

Criteriul 1° poate fi prezentat acum astfel:

O condiție necesară și suficientă pentru existența legii limită $e^{-y^{-\beta}}$; $\beta > 0$; $y > 0$ adică $e^{-\left(\frac{1}{b-x} - \frac{1}{b-a}\right)^{-\beta}}$; $a < x < b$ este ca $\lim_{y \to +\infty} \frac{1 - \Phi(y)}{1 - \Phi(ky)} =$

$= \lim_{x \to 0} \frac{1 - F(b-z)}{1 - F\left[b - \frac{1}{k}z - \left(\frac{1}{k}z\right)^2 A(z)\right]} = k^\beta$ pentru orice $k > 0$.

În particular dacă $\lim_{z \to +0} z^{-\beta}[1 - F(b-z)]$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută [Se ține seama de faptul că $y = \frac{1}{z} - \frac{1}{b-a}$ etc.].

Privitor la criteriul 1'° este de observat că acolo $ky = \frac{1}{a-x'} + \frac{1}{b-a}$.:

$x' = a - \frac{1}{ky - \frac{1}{b-a}}$. Notînd $\frac{1}{y - \frac{1}{b-a}} = -z (y < 0)$, se arată ca mai

sus că $x = a + z$; $x' = a + \frac{z}{k} + \left(\frac{z}{k}\right)^2 A(z)$; $A(z)$ fiind cel de mai sus.

Cînd $y \to -\infty$, $z \to +0$ iar $A(z) \to \frac{k-1}{b-a}$.

Criteriul 1'° poate fi prezentat acum astfel:

O condiție necesară și suficientă pentru existența legii limită $1 - e^{-(-y)^{-\beta}}$;

$\beta > 0$; $y < 0$ adică $1 - e^{-\left(\frac{1}{a-x} + \frac{1}{b-a}\right)^{-\beta}}$; $a < x < b$ este

$$\lim_{y \to -\infty} \frac{\Phi(y)}{\Phi(ky)} = \lim_{z \to +0} \frac{F(a+z)}{F\left[a + \frac{1}{k} z + \left(\frac{1}{k} z\right)^2\right] A(z)} = k^{\beta}$$

pentru orice $k > 0$.

În particular dacă $\lim_{z \to +0} z^{-\beta} F(a+z)$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

Trecem acum la criteriul 2°. Aici $y = \frac{1}{a-x} + \frac{1}{b-a}$; $x = a -$

$$- \frac{1}{y - \frac{1}{b-a}} = b - z \text{ cînd } y \to -0;\ z \to +0;\ x' = a - \frac{1}{ky - \frac{1}{b-a}} =$$

$$= a - \frac{1}{k\left[\frac{1}{a-x} + \frac{1}{b-a}\right] - \frac{1}{b-a}}.$$ Dar $x = b - z$ de unde după cîteva

calcule se vede că $x' = b - kz + k^2 z^2 A(z)$ unde $A(z) = \frac{k-1}{k(b-a) + k(k-1)z}$;

$A(z) \to \frac{k-1}{k(b-a)}$ cînd $z \to +0$.

Criteriul 2° poate fi prezentat acum astfel:

O condiție necesară și suficientă pentru existența legii limită $e^{-(-y)^{\beta}}$;

$\beta > 0$; $y < 0$ adică $e^{-\left(\frac{1}{x-a} - \frac{1}{b-a}\right)^{\beta}}$; $a < x < b$ este ca $\lim_{y \to -0} \frac{1 - \Phi(ky)}{1 - \Phi(y)} =$

$= \lim_{z \to +0} \frac{1 - F[b - kz + k^2 z^2 A(z)]}{1 - F(b-z)} = k^{\beta}$ pentru orice $k > 0$.

În particular dacă $\lim_{z \to +0} z^{-\beta}[1 - F(b-z)]$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

Privitor la criteriul 2'° este de observat că acolo $ky = \frac{1}{b - x'} -$

$-\frac{1}{b-a}$; $x' = b - \frac{1}{ky + \frac{1}{b-a}}$. Notînd $x = b - \frac{1}{y + \frac{1}{b-a}} = a + z$ $(y > 0)$

se vede că atunci cînd $y \to +0$; $z \to +0$. Dar $y = \frac{1}{b-x} - \frac{1}{b-a} =$

$= \frac{1}{b-a-z} - \frac{1}{b-a}$; înlocuind în formula care dă pe x', după cîteva

calcule se obține: $x' = a + kz - (kz)^2 A(z)$ unde $A(z) = \frac{k-1}{k(b-a) - k(k-1)z}$;

$A(z) \to \frac{k-1}{k(b-a)}$ cînd $z \to +0$.

Criteriul 2'° poate fi prezentat acum astfel:

O condiție necesară și suficientă pentru existența legii limită $1 - e^{-y^\beta}$;

$\beta > 0$; $y > 0$ adică $1 - e^{-\left(\frac{1}{b-x} - \frac{1}{b-a}\right)^\beta}$; $a < x < b$ este ca $\lim_{y \to +0} \frac{\Phi(ky)}{\Phi(y)} =$

$= \lim_{z \to +0} \frac{F[a + kz - (kz)^2 A(z)]}{F(a+z)} = k^\beta$ pentru orice $k > 0$.

În particular dacă $\lim_{z \to +0} z^{-\beta} F(a+z)$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

Să trecem acum la criteriul 3°. Aici este de luat $u = \frac{1}{b-x} - \frac{2}{b-a}$

(interesează valorile lui $u \to \infty$), deci $x = b - \frac{1}{u + \frac{2}{b-a}}$; $x' = b -$

$- \frac{1}{u + \alpha y + \frac{2}{b-a}}$. Notînd $\frac{1}{u + \frac{2}{b-a}} = z$, se vede că atunci

cînd $u \to +\infty$, $z \to +0$ iar $x = b - z$, $x' = b - \frac{1}{\frac{1}{z} + \alpha y} = b -$

$- \frac{z}{1 + \alpha y z}$.

Criteriul 3° poate fi prezentat acum astfel:

O condiție necesară și suficientă pentru existența legii limită $e^{-e^{-y}}$; $-\infty <$

$< y < +\infty$ atunci cînd $\alpha_n \to \alpha > 0$ este ca $\lim_{u \to +\infty} \frac{1 - \Phi(\alpha y + u)}{1 - \Phi(u)} =$

$$= \lim_{z \to 0} \frac{1 - F\left[b - \dfrac{z}{1 + \alpha y z}\right]}{1 - F(b - z)} = e^{-y} \text{ pentru orice } y \text{ finit unde } y = \frac{1}{a - x} +$$

$$+ \frac{2}{b - a} \text{ pentru } a < x < \frac{a + b}{2}; \; y = \frac{1}{b - x} - \frac{2}{b - a} \text{ pentru } \frac{a + b}{2} \leqslant x < b.$$

În particular dacă $\lim_{z \to +0} e^{\frac{1}{\alpha z}}[1 - F(b - z)]$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

Privitor la criteriul 3'° aici este de luat $u = \dfrac{1}{a - x} + \dfrac{2}{b - a}$ (interesează valorile lui $u \to -\infty$), deci $x = a - \dfrac{1}{u - \dfrac{2}{b - a}}$; $x' = a - \dfrac{1}{\alpha y + u - \dfrac{2}{b - a}}$.

Notînd $\dfrac{1}{u - \dfrac{2}{b - a}} = -z$ se vede că atunci cînd $u \to -\infty$, $z \to +0$ iar

$$x = a + z; \; x' = a - \frac{1}{\alpha y - \dfrac{1}{z}} = a + \frac{z}{1 - \alpha y z}.$$

Criteriul 3'° poate fi prezentat acum astfel:
O condiție necesară și suficientă pentru existența legii limită $1 - e^{-e^y}$, $-\infty < y < \infty$ atunci cînd $\alpha_n \to \alpha > 0$ este ca

$$\lim_{u \to -\infty} \frac{\Phi(\alpha y + u)}{\Phi(u)} = \lim_{z \to +0} \frac{F\left[a + \dfrac{z}{1 - \alpha y z}\right]}{F[a + z]} = e^y$$

pentru orice y finit, unde $y = \dfrac{1}{a - x} + \dfrac{2}{b - a}$ pentru $a < x \leqslant \dfrac{a + b}{2}$; $y =$

$$= \frac{1}{b - x} - \frac{2}{b - a} \text{ pentru } \frac{a + b}{2} \leqslant x < b.$$

În particular dacă $\lim_{z \to +0} e^{\frac{1}{\alpha z}} F(a + z)$ există și este un număr finit diferit de 0, condiția este satisfăcută.

BIBLIOGRAFIE

1. THEILER G., TŐVISSI L.: *Valori extremale, repartiția Weibull și unele probleme de control statistic global.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, Nr. 4, 1976.
2. THEILER G., TŐVISSI L.: *Repartiții inițiale corespunzătoare legilor limită a valorilor extreme.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 1, 1977.
3. BARNETT V.: *Comparative Statistical Inference.* John Wiley § Sons, New York, 1973 and 1975.

26.03.1979

C. G. APOSTOL
Catedra de cibernetică economică — A.S.E.

Un limbaj de descriere a indicatorilor economici

Lucrarea prezintă fundamentarea teoretică a unui limbaj formal, din clasa limbajelor libere de context, destinat descrierii indicatorilor.

Facilitățile oferite de acest limbaj și etapele introducerii sale în practica analizei sistemelor informaționale sînt ilustrate pe exemplul unor categorii de indicatori statistici.

Utilizarea calculatoarelor electronice în perfecționarea sistemelor informaționale necesită identificarea riguroasă a diferitelor clase de entități (sisteme, subsisteme, compartimente, activități, documente etc.) și — în particular — a indicatorilor economici.

Identificarea indicatorilor numai prin niște coduri independente de semnificație (de exemplu, coduri în ordine) sau care reflectă trunchiat semnificația indicatorilor economici (de exemplu, coduri zecimale) sărăcește inevitabil evantaiul posibilităților de analiză și, în primul rînd, al celor de analiză automată.

Apare deci necesitatea trecerii de la niște identificatori de formă (asociați, de exemplu, poziției unui indicator într-un document sau într-un nomenclator), la indentificatori de semnificație, care să caracterizeze complet fiecare indicator, independent de contextul în care acesta este folosit.

Utilizarea identificatorilor de semnificație asigură „condiții de corelare și cuplare a indicatorilor în vederea satisfacerii unor cerințe complexe, pornind de la relațiile logice dintre indicatori" [1] precum și:

— posibilitatea recunoașterii automate a indicatorilor identici;

— facilitățile de determinare a gradului de comparabilitate a indicatorilor;

— regăsirea eficientă a indicatorilor prezenți în baza de date a sistemului etc.

Un prim pas pe linia trecerii la descrierea indicatorilor pe baza identificatorilor de semnificație îl poate constitui realizarea unui sistem de clasificare a indicatorilor.

Realizarea unui sistem național unitar de clasificări și nomenclatoare economico-sociale condiționează și facilitează în bună măsură clasificarea indicatorilor, datorită faptului că se explicitează relațiile dintre principalele informații cu rol de identificare [2].

Totuși, clasificarea indicatorilor nu este suficientă pentru rezolvarea problemei, deoarece:

— se folosește limbajul natural, căruia îi sînt proprii fenomene ca sinonimia, omonimia, polisemia [3], [4] care împiedică realizarea univocității descrierii identificatorilor și implicit a indicatorilor;

— clasificarea nu poate exprima decît parțial relațiile dintre indicatori.

Rezultă deci că, pentru realizarea obiectivelor propuse, în descrirea indicatorilor este necesar să se treacă de la limbajul natural la un limbaj artificial.

DEFINIREA LIMBAJULUI DE DESCRIERE A INDICATORILOR

Determinarea principalelor trăsături ale unui asemenea limbaj artificial impune mai întîi definirea riguroasă a noțiunii de limbaj [5].

Fie A o mulțime finită, nevidă, numită *alfabet*, ale cărei elemente le numim *simboluri*.

Un *cuvînt* (de lungime $l \geqslant 0$) peste un alfabet A este o succesiune finită $a_1 a_2 \ldots a_l$ de elemente din A.

Cuvîntul de lungime zero, numit *cuvînt vid*, va fi notat prin e.

Mulțimea tuturor cuvintelor, inclusiv e, peste un alfabet, se notează A^*.

Se introduce *operatorul de concatenare*, notat $\circ$, care aplicat unor cuvinte $x = x_1 \ldots x_r$ și $y = y_1 \ldots y_s$ generează cuvîntul $x \circ y = x_1 \ldots x_r y_1 \ldots y_s$; uzual rezultatul concatenării se notează xy.

Perechea $(A^*, \circ)$ se numește *semigrupul liber* generat de A, care în continuare va fi desemnat prin notația A^*[5].

În semigrupul liber A^* există *elementul neutru* la operația de concatenare: cuvîntul vid e, cu proprietatea

$$ex = xe = x, \text{ pentru orice } x \in A^*.$$

Un *limbaj* peste alfabetul A este o parte a semigrupului liber A^*.

Un *limbaj formal* L este o mulțime de cuvinte peste un alfabet A, adică $L \subseteq A^*$, ale cărei elemente sînt selectate pe baza unei mulțimi finite de reguli.

Explicitarea semnificației regulilor de selecție necesită utilizarea conceptului de gramatică.

O *gramatică cu structură de tip frază* este un cuadruplu $G = (A, A_T, P, a_0)$, unde:

1. A este un alfabet.
2. $A_T \subseteq A$ este un alfabet.
3. P este o mulțime finită de perechi ordonate (φ, a), cu φ în $(A - A_T)^* - \{e\}$ și a în A^*.
4. a_0 este în $(A - A_T)$.

Elementele din $(A - A_T)$ sînt numite *variabile* (sau *neterminale*), iar cele din A_T, *terminale*.

Elementele (v, a) din P sînt numite *reguli de rescriere* și se notează uzual $v \to a$.

În alți termeni [6], elementele din $(A - A_T)$ sînt *variabile metalingvistice* sau *clase gramaticale*, elementele din A_T sînt *elementele primare* ale limbajului ce se definește, iar P este *mulțimea regulilor gramaticale*.

Dacă $G = (A, A_T, P, a_0)$ este o gramatică cu structură tip frază, atunci submulțimea lui A_T^*:

$$L(G) = \{x \text{ din } A_T^* \mid a_0 \Rightarrow^* x\}$$

definește un *limbaj cu structură tip frază*, unde $a_0 \Rightarrow^* x$ desemnează generarea lui x pornind de la a_0.

O *gramatică liberă de context* este o gramatică cu structură tip frază $G = (A, A_T, P, a_0)$, în care fiecare regulă din P este de forma $x \to y$, unde x este din $(A - A_T)$, iar y este din A^*.

$L \subseteq A_T^*$ se numește *limbaj liber de context* dacă și numai dacă L este generat de o gramatică liberă de context.

Pe baza acestor concepte și definiții, ne propunem să analizăm în continuare, în ce măsură este posibilă definirea și utilizarea unui limbaj liber de context pentru descrierea indicatorilor.

Dacă numim *informație de identificare* totalitatea identificatorilor asociați unui indicator, atunci, folosind notația formală denumită *„forma normală a lui Backus"*, se poate scrie:

$$< \text{indicator} > : : = < \text{informație de identificare} > < \text{număr} > \quad (1)$$

Pe baza analizei conținutului a numeroși indicatori economici, în informația de identificare a indicatorilor au fost individualizate următoarele categorii de *identificatori*:

D — denumirea indicatorului, formată din termeni care caracterizează sensul economic fundamental al indicatorului (exemplu: producție globală, fond de retribuire);

C — clasa indicatorului (de plan, de raportare);

M — unitatea de măsură a indicatorului;

S — subiectul indicatorului (organisme economice sau părți ale acestora, persoane sau grupuri de persoane cu anumite caracteristici etc.), care în general, poate fi format din mai mulți identificatori corelați;

T — periodicitatea indicatorului respectiv, sau intervalul de timp la care se referă.

Structura propusă necesită cîteva precizări:

1) Întrucît indicatorii pot fi constanți sau variabili, identificatorul de timp va fi prezent numai pentru ultima categorie.

2) În cazul cînd identificatorul de timp impune precizarea începutului unui interval și a sfîrșitului acestuia (de exemplu, sub formă de date calendaristice), este necesar un caracter special care să separe cele două componente ale identificatorului. Caracterul folosit în acest scop va fi —

3) Prelucrarea automată a descrierilor de indicatori mai necesită caractere speciale pentru:

— marcarea sfîrșitului descrierii fiecărui identificator;

— marcarea sfîrșitului descrierii unui indicator constant;

— marcarea sfîrșitului descrierii unui indicator variabil.

Caracterele folosite în acest scop vor fi: /, $ și respectiv *

4) Unii identificatori de subiect reprezintă cumulări (operația logică ȘI) a doi sau mai mulți identificatori diferiți. Pentru individualizarea acestora, între identificatorii respectivi se va introduce caracterul separator &.

5) Sînt necesare reguli precise de sintaxă pentru toți identificatorii. În acest sens, analizînd limbajul folosit în redactarea documentelor, constatăm că fiecare identificator este format, în general, din două categorii de cuvinte:

— cuvinte semnificative, care sînt de regulă substantive și adjective (de exemplu: producție netă, producție, fond retribuție etc.);

— cuvinte de legătură, care sînt prepoziții sau conjuncții (de exemplu: de, la, în, pe, și etc.)

Pentru asigurarea identificării univoce a fiecărui indicator, impunem următoarele reguli de sintaxă a identificatorilor:

a) descrierea se realizează numai cu cuvinte semnificative, din clasa substantivelor și adjectivelor;

b) cuvintele se scriu nearticulat, la singular sau plural;

c) în interiorul unui identificator cuvintele sînt separate prin unul sau mai multe spații, o succesiune de spații fiind redusă (automat) la un singur spațiu.

Se impune observația că, dacă SR este *mulțimea substantivelor* iar AR *mulțimea adjectivelor* din limba română, în descrierea indicatorilor asociați unei anumite activități economico-sociale se ajunge la delimitarea unor submulțimi (domenii) de substantive și adjective specifice domeniului de activitate respectiv. Fie aceste submulțimi D_{SR}, respectiv D_{AR}.

Este posibil ca în denumirea unor indicatori, sau la nivelul celorlalte categorii de identificatori, să apară unele numere (de exemplu, „fond de retribuire la 1000 lei desfacere și prestări"); fie D_N mulțimea acestor numere pentru un domeniu dat.

Pe baza acestor elemente este posibilă definirea unui limbaj liber de context pentru descrierea indicatorilor, componentele gramaticii ce generează limbajul fiind următoarele:

1. $A = (D_{SR}, D_{AR}, D_N, D, C, M, S, T, /, *, \$, —, \&$, caracterul spațiu, date calendaristice, perioade, identificatori de subiect, informație de identificare).

2. $A_T = (D_{SR}, D_{AR}, D_N, /, *, \$, —, \&, C, M$, caracterul spațiu, date calendaristice, perioade).

3. a_0 = informație de identificare.

4. Mulțimea P a regulilor gramaticale poate fi definită astfel:

$$<D> :: = <sb> \mid <D> <\text{ь}> <sb> \mid <D> <\text{ь}> <ad> \mid \\ \mid <D> <\text{ь}> <nr> \qquad (2)$$

$$<\text{identificator de subiect}> : : = <sb> \mid <\text{identificator de subiect}> \\ <\text{ь}> <sb> \mid <\text{identificator de subiect}> <\text{ь}> <ad> \mid <\text{identificator} \\ \text{de subiect}> <\text{ь}> <nr>. \qquad (3)$$

<S> : : = <identificator de subiect> | <S> </> <identificator de subiect> | <identificator de subiect> <&> <identificator de subiect> | <S> <& <identificator de subiect> (4)

<T> : : = <perioadă> | <dată calendaristică> | <dată calendaristică> <—> <dată calendaristică> (5)

<informația de identificare> :: = <D> </> <C> </> <M> </> <S> <$> | <D> </> <C> </> <M> </> <S> </> <T> <*> (6)

unde:

— *sb* desemnează un caracter din D_{SR};

— *ab* desemnează un element din D_{AR};

— *nr* desemnează un element din D_N;

— ƀ desemnează caracterul spațiu;

— perioada corespunde uneia din perioadele uzuale de timp folosite în raportări: zi, decadă, chenzină, lună, trimestru, semestru, an etc.;

— data calendaristică este exprimată în forma *zz. ll. aa*, unde *zz* desemnează ziua, *ll* — luna și *aa* — ultimele două cifre ale anului.

ETAPE ALE INTRODUCERII LIMBAJULUI DE DESCRIERE ÎN PRACTICA ANALIZEI SISTEMELOR INFORMAȚIONALE

Folosirea limbajului de descriere a indicatorilor, ca instrument de lucru în analiza sistemelor informaționale, presupune parcurgerea următoarelor etape:

1 — construirea tezaurului identificatorilor;

2 — construirea bazei de date pentru analiză, din descrierile indicatorilor realizate în limbajul definit;

3 — exploatarea bazei de date în conformitate cu cerințele de realizare a unor sarcini de analiză a sistemului informațional.

1. În construirea tezaurului trebuie să se asigure determinarea și încărcarea în fișiere special destinate, a următoarelor categorii de informații: mulțimile substantivelor (D_{SR}), adjectivelor (D_{AR}) și numerelor (D_N) din domeniul de activitate respectiv; valorile identificatorilor de clasă (C) și unitățile de măsură (M) specifice domeniului investigat; perioadele de timp uzuale în domeniul respectiv necesare pentru descrierea identificatorului de timp (T).

În realizarea tezaurului trebuie, totodată, să se asigure:

— eliminarea ambiguităților (în principal, a sinonimiei);

— clasificarea identificatorilor, cu descrierea într-o manieră utilizabilă automat (uzual arborescentă) a relațiilor dintre aceștia.

2. Prin folosirea tezaurului și cu respectarea regulilor de sintaxă menționate anterior, se poate trece la descrierea indicatorilor din sistemul informațional respectiv, în vederea constituirii bazei de date necesare analizei.

Spre exemplu, indicatorul „fondul de retribuire al muncitorilor și maiștrilor din activitatea de construcții-montaj în antrepriză, planificat, lunar, la nivel de unitate economică, în mii lei", se va exprima în limbajul definit astfel:

Fond retribuire/planificat/mii lei/muncitori & maiștri/
construcții-montaj antrepriză/unitate economică/lună *

Prelucrarea automată a acestor descrieri se bazează pe utilizarea unui analizor sintactic, al cărui mod de funcționare este sugerat de arborele de analiză sintactică din fig. 1.

În prelucrarea unei descrieri de indicator se identifică două faze:

— faza pregătitoare, cînd, printr-o rutină de compactare a descrierii, se elimină spațiile excedentare și eventualele caractere speciale fără semnificație în limbaj (virgule, puncte etc.);

— faza de analiză sintactică propriu-zisă, în care, pe baza regulilor (2) — (6) se verifică dacă descrierea este completă și corectă.

Figura 1 ilustrează modul în care se desfășoară a doua fază, în construcția analizorului avîndu-se în vedere următoarele reguli:

— identificatorii de denumire (D), clasă (C) și unitate de măsură (M) au locuri fixe, ocupînd întotdeauna primele trei poziții din descriere;

— identificatorul de timp (T), atunci cînd este prezent, ocupă întotdeauna ultima poziție în descriere, existența lui fiind semnalată de prezența caracterului * în finalul descrierii;

— toți ceilalți identificatori formează împreună identificatorul de subiect (S), reprezentînd totalitatea caracteristicilor care individualizează entitatea (sau clasa de entități) căreia i se asociază indicatorul.

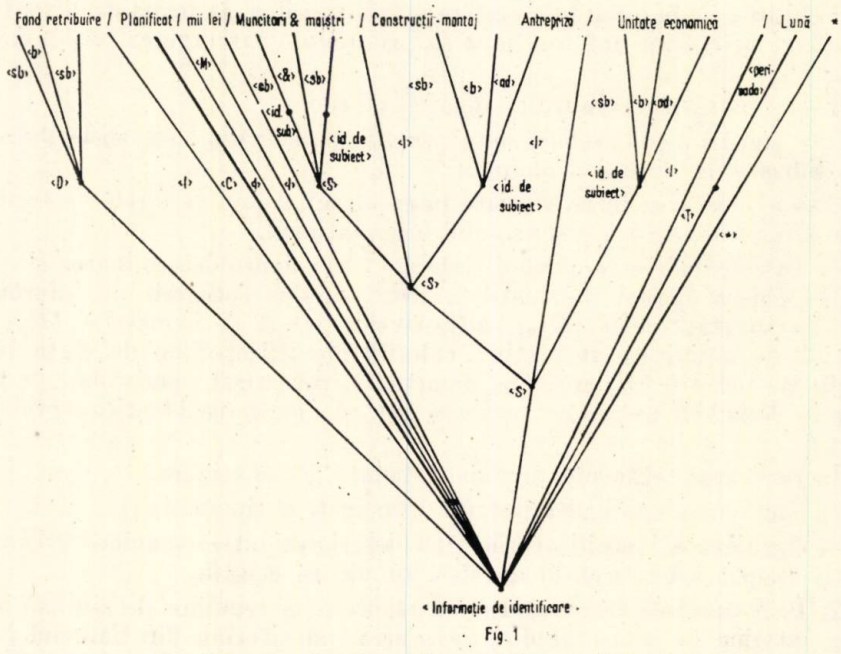


Fig. 1

Exemplu de arbore de analiză sintactică

În parcurgerea descrierii, analizorul efectuează următoarele operații:

— identifică componentele descrierii, separate prin caracterul/sau, pentru ultima componentă, urmată de unul din caracterele * sau $;

— pentru identificatorii C și M, ca și pentru perioadele prezente în identificatorul T, se verifică dacă întreaga construcție (formată din unul sau mai multe cuvinte) se găsește în tezaurul identificatorilor;

— pentru identificatorul D și identificatorii de subiect care îl formează pe S, se verifică apartenența fiecărui cuvînt la una din mulțimile D_{SR}, D_{AR} sau D_N.

În cazul identificatorilor de subiect, analiza cuvintelor este precedată de verificarea prezenței separatorului & (în exemplul considerat: muncitori & maiștri), care semnifică faptul că indicatorul cumulează doi identificatori de același nivel.

Pentru facilitarea procesului de exploatare, concomitent cu încărcarea bazei de date a indicatorilor este recomandabilă realizarea următoarelor operații:

— verificarea prezenței unice a indicatorilor în baza de date, pentru eliminarea oricărei redundanțe și ambiguități;

— generarea automată a unor coduri unice asociate indicatorilor, pentru simplificarea referirilor ulterioare ale utilizatorului;

— determinarea și înregistrarea relațiilor inverse identificatori-indicatori, în vederea satisfacerii rapide a cererilor de căutare.

3. Exploatarea bazei de date trebuie să asigure satisfacerea diferitelor cereri de căutare ale utilizatorului, permițînd regăsirea indicatorilor după unul sau mai mulți identificatori.

Printre formele posibile de cereri de căutare, se numără și următoarele:

a) jID_j;

b) $jID_j \wedge kID_k \wedge lID_l \wedge mID_m \wedge nID_n$;

c) $(jID_j \wedge kID_k \wedge lID_l \wedge mID_m \wedge nID_n) \vee$

$$\vee (j'ID_{j'} \wedge k'ID_{k'} \wedge l'ID_{l'} \wedge m'ID_{m'} \wedge n'ID_{n'}),$$

toate fiind aduse la forma normală disjunctivă [7] unde:

ID_i, $i = j, ..., n, j', ..., n'$ reprezintă un identificator ce poate apare pe poziția i dintr-o descriere de indicator;

$j, ..., n, j', ..., n'$ au valori între 1 și 5 și desemnează o poziție de identificator din descrierea indicatorilor;

$\wedge$ reprezintă operatorul logic ȘI, iar $\vee$ reprezintă operatorul logic SAU.

În redactarea cererilor de căutare se folosesc caracterele speciale & pentru ȘI și; pentru SAU. Spre exemplu, cererea:

1 FOND RETRIBUIRE & 3 MII LEI & 5 LUNA

corespunde căutării tuturor indicatorilor cu denumirea „fond retribuire", a căror unitate de măsură este „mii lei" și al căror identificator de timp (periodicitate) este „luna".

Pe lîngă satisfacerea acestor cereri de căutare, care se bazează pe relațiile inverse identificatori-indicatori, înregistrate în faza de constituire a bazei de date, este posibilă definirea unor proceduri de analiză automată, care să reducă eforturile analistului-proiectant legate de evaluarea sistemului informațional existent și concepția celui perfecționat.

APLICAȚII ȘI CONCLUZII

Limbajul de descriere a indicatorilor a fost folosit pentru analiza dărilor de seamă statistice privind forța de muncă și retribuirea muncii, retribuirea și structura personalului și numărul muncitorilor pe meserii, precum și pentru dările de seamă centralizate corespunzătoare acestora.

În realizarea tezaurului, în acord cu normele tehnice ale Direcției Centrale de Statistică, s-a asigurat evidențierea unor clase omogene de identificatori: ramuri și activități, categorii de organisme economico-sociale, categorii de personal muncitor în general și pe ramuri de activitate etc. Fiecare clasă de identificatori este structurată arborescent, pe un număr de maximum 4 niveluri.

Pentru reducerea eforturilor utilizatorului în descrierea indicatorilor, au fost asigurate următoarele facilități suplimentare:

— posibilitatea folosirii unor cuvinte de legătură (prepoziții, conjuncții) în interiorul identificatorilor;

— posibilitatea utilizării unor enunțuri care să concentreze descrierea simultană a mai multor indicatori.

Prima facilitate este destinată să permită o formulare cît mai apropiată de modul obișnuit de exprimare în limbajul natural.

Prin dezvoltarea rutinei de compactare, însă, cuvintele de legătură sînt eliminate în faza premergătoare analizei sintactice, pentru excluderea ambiguităților și asigurarea univocității în interiorul bazei de date. Este prevăzută dezvoltarea acestei facilități, astfel încît să se elimine și restricția actuală de folosire a cuvintelor semnificative nearticulate; în aceast scop, se va include o procedură automată de determinare a gradului de similitudine dintre diverse descrieri de identificatori [8].

Utilizarea descrierilor concentrate este posibilă, în esență, pentru două situații:

— succesiuni de indicatori la care unul sau mai mulți identificatori (cu precădere, de subiect) reprezintă elemente de același nivel în cadrul structurii arborescente a clasei respective de identificatori, fiind înlocuite în descriere cu elementul de nivel imediat superior;

— succesiuni de indicatori care au identificatori identici, cu excepția unuia singur, pentru care se prezintă în descriere lista tuturor valorilor posibile.

Prin folosirea acestei a doua facilități, care a necesitat introducerea unor caractere separatoare suplimentare, corelată cu includerea unor rutine adecvate în structura analizorului sintactic, a fost posibilă înlocuirea a peste 5000 de descrieri individuale de indicatori cu numai 450 de descrieri concentrate.

Pentru toate aceste operații, ca și pentru satisfacerea unor căutări de tipul celor menționate anterior, autorul a realizat un sistem de programe la calculatorul FELIX C-256, folosind, în principal, facilitățile de organizare și prelucrare a structurilor arborescente oferite de sistemul de fișiere integrate S.C.F. (Système de Chaînage de Fichiers) [9].

În încheiere, se poate aprecia că folosirea limbajului de descriere propus asigură:

— rigurozitate în descrierea indicatorilor, corelată cu asigurarea prezenței unice în sistem a fiecăruia dintre aceștia;

— facilități de regăsire a indicatorilor după relații logice;

— satisfacerea rapidă a unor cereri complexe de căutare, eventual corelată cu proceduri de analiză automată a informațiilor extrase;

— posibilități de integrare în diverse metodologii de perfecționare a sistemelor informaționale.

BIBLIOGRAFIE

1. * * *: *Economiceskaia informația. Metodologhiceskie p o'lem.* Statistica, Moscova. 1974.
2. RĂVAR I., CAPĂTĂ M.: *Sistemul unitar de clasificări și nomenclatoa e economico sociale.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, Nr. 3, 1975.
3. MIHAILOV A. I., CIORNÎI A. I., GHILEAREVSKI R. S.: *Informatica documentară.* Ed. științifică , București, 1970.
4. STANCOVICI V.: *Logica limbajelor.* Ed. științifică, București, 1972.
5. GINSBURG S.: *The Mathematical Theory of Context Free Languages.* McGraw-Hill Book Company, New-York, 1966.
6. AHO A. V., ULLMAN J. D.: *The Theory of Parsing, Translating and Compiling.* Prentice-Hall Inc., N. J., 1972.
7. PESCARU V. și colectiv: *Fișiere, baze și bănci de date.* Ed. tehnică, București, 1976.
8. SCHEK H. J.: *Tolerating Fuzziness in Keywords Similarity Searches.* Kibernetes, vol. 6, nr. 3,1977
9. * * *: *Système de Chaînage de Fichiers.* IRIS-50, 1970.

24.04.1979

D. M. ENĂCHESCU
Centrul de calcul
Universitatea București

Metode numerice în estimarea densității spectrale

Lucrarea este o trecere în revistă a problemelor legate de estimarea densității spectrale a seriilor dinamice. Rezultatele importante din acest domeniu au fost sintetizate în trei metode: metoda transformării, metoda filtrării și metoda estimării autoregresive.

I. INTRODUCERE

Teoria probabilistică a seriilor dinamice cunoaște astăzi o dezvoltare extensivă, bazată pe lucrările de pionerat ale lui Wiener, Hincin, Kolmogorov, Cramer, Loève și Karhunen din anii 30, 40. O dată cu dezvoltarea acestei teorii s-a pus problema elaborării unei proceduri de manipulare a datelor în vederea sintetizării modelelor stohatice folosibile în descrierea și uneori în controlul mecanismelor ce generează seriile dinamice.

Înscriindu-se pe această linie prezentul articol se vrea o încercare de trecere în revistă a rezultatelor importante din teoria estimării spectrului seriilor dinamice în vederea constituirii unei biblioteci de programe pentru analiza spectrală a seriilor dinamice empirice, bibliotecă ce lipsește momentan din soft-ul aplicativ al calculatorului FELIX C-256.

Am sintetizat rezultatele importante din domeniul la care ne referim sub forma a trei metode de abordare a estimării spectrului seriilor dinamice empirice, anume:

a) metoda indirectă sau a transformării, în care o transformare Fourier ponderează covarianța pentru a estima spectrul;
b) metoda directă sau a filtrării care estimează spectrul ca dispersia și covarianța unor serii dinamice filtrate;
c) metoda estimării autoregresive.

II. METODA TRANSFORMĂRII

a) Considerații teoretice

Fie $x_1, x_2, ..., x_N$ o selecție asupra unei serii dinamice reale cu $Mx_n = 0, Mx_n^4 < \infty$. Se cunoaște din teoria statistică a seriilor dinamice că atunci

cînd spectrul are salturi nu poate fi în general estimat consistent. Deoarece partea singulară a spectrului este de importanță practică mică în cele ce urmează vom considera doar spectre absolut continue cu densități spectrale $f(\lambda)$.

Metoda transformării pentru estimarea densității spectrale a unei serii dinamice se bazează pe următoarea teoremă:

Teorema 1. [1]. Fie x_n un proces slab staționar (seria dinamică). Dacă λ_1 și λ_2 sînt puncte de continuitate ale funcției spectrale F, atunci

$$\lim_{n\to\infty} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1}{n+1} \left| \sum_{j=0}^{n} x_j e^{-2\pi i j y} \right|^2 dy = F(\lambda_2) - F(\lambda_1). \tag{2.1}$$

Observație. Este incorect să se deducă din (2.1) că

$$\Phi_n(\lambda) = \frac{1}{n+1} \left| \sum_{j=0}^{n} x_j e^{-2\pi ij} \right|^2$$

este o estimație a densității spectrale $f(\lambda)$. Într-adevăr fie x_n un proces gaussian real cu $Mx_n = 0$ și $Mx_n^2 = 1$. În acest caz

$$R(0) = 1,\ R\ (n) = 0,\ n \neq 0 \text{ și } f(\lambda) = 1.$$

Estimatorul $\Phi_n(0)$ devine pătratul unei variabile aleatoare gaussiene cu medie zero și dispersie unu care nu poate converge la $f(0) = 1$ cînd $n \to \infty$. Același argument este invocat și pentru alte valori ale lui λ.

Pe baza relației (2.1) și a observației de mai sus sîntem conduși să luăm în considerare estimatori de forma

$$f_N^*(\lambda) = \frac{1}{N} \sum_{k,j=1}^{N} x_k \bar{x}_j \int_{-1/2}^{1/2} e^{2\pi i (k-j)y} w_N(y) dy \tag{2.2}$$

ai densității spectrale $f(\lambda)$. Vom numi astfel de estimatori *estimatori spectografi*.

Notă. Ne limităm la acest tip de estimator deoarece așa cum se arată în [2] oricărui tip de estimator α_N^* al densității spectrale îi putem asocia un estimator spectograf cu aceeași deplasare ca și α_N^* și care în medie pătrată converge către $f(\lambda)$ nu mai prost ca α_N^*.

Metoda transformării (de la faptul că estimatorii sînt ponderări de transformate Fourier ale covarianței) studiază proprietățile estimatorilor de forma (2.2.).

Teorema 2. [2]. Estimatorii de forma (2.2) sînt estimatori consistenți ai densității spectrale $f(\lambda)$.

Teorema 3. [2]. Deplasarea estimatorului (2.2) este

$$b_N(\lambda) = 0\left(\sqrt{\int_0^{1/2} (x - |\lambda|)^2 w_N(x) dx}\right) + 0\left(\frac{\log N}{N}\right). \tag{2.3}$$

Observație. Relația (2.3) arată că $f_N^*(\lambda)$ este un estimator consistent a lui $f(\lambda)$ dacă $w_N(x)$ concentrează masa sa în punctele λ, $-\lambda$ cînd $N \to \infty$, ceea ce înseamnă că

$$(\forall)\, \varepsilon > 0: \int\limits_{|x \pm \lambda| < \varepsilon} w_N(x)\mathrm{d}x \to 1 \text{ cînd } N \to \infty.$$

Teorema 4. Fie $w_N(x)$ pară, de pătrat integrabilă. Atunci

$$D^2\,[f_N^*(\lambda)] \sim \frac{2f^2(\lambda)}{N}\int_{-1/2}^{1/2} w_N^2(x)\mathrm{d}x. \tag{2.4}$$

O variantă importantă a teoremei 4 se obține atunci cînd presupunem $w_N(x) = w(x)$. Acest caz se folosește atunci cînd se construiesc estimatori pentru funcția spectrală.

Din studiul general al estimatorilor densității spectrale precum și din practică a reieșit că *nu poate fi îmbunătățită simultan comportarea asimptotică a deplasării și micșorată dispersia.*

S-a impus deci, pentru a putea caracteriza optimalitatea unui estimator, studiul convergenței în medie pătratică a lui $f_N^*(\lambda)$ către $f(\lambda)$. Eroarea în medie pătrată este

$$M|f_N^*(\lambda) - f(\lambda)|^2 = [b_N(\lambda)]^2 + D^2\,[f_N^*(\lambda)].$$

Observație. O eroare în medie pătrată mică nu este singura proprietate esențială ce se cere unui estimator al densității spectrale. În cazul problemei de predicție, de exemplu, se mai solicită ca estimația să fie pozitivă cu probabilitatea unu.

b) **Algoritmi**

În cele ce urmează vom da doar pașii importanți pe care trebuie să-i urmeze o procedură de estimare a densității spectrale precum și rezultatele finale trimițînd pentru detalii la [2] și [6]. Vom presupune $f(\lambda)$, densitatea spectrală, suficient de regulată (cu un număr suficient de derivate) și definită pe un cerc de rază $1/2$ ($\lambda = 1/2$ se identifică cu $\lambda = -1/2$).

Conform formulei (2.2) orice procedură de estimare a densității spectrale trebuie să aibă trei parametri:

(i) o funcție de ponderare $w_N(x)$ numită „lag window";

(ii) un întreg m, numit punct de trunchiere. În cazul în care se urmărește optimizarea erorii în medie pătrată și cînd acest lucru este posibil se ia ca parametru un rațional α unde $m = kN^\alpha$ (k o constantă) care realizează dezideratele de mai sus;

(iii) un întreg q, numit număr de calcul spectral, care atunci cînd dorim să estimăm densitatea spectrală pe întreg intervalul dă numărul de puncte și punctele (frecvențele) în care se calculează $f_N^*(\lambda)$. (Se subînțelege că pentru o subrutină pe calculator pe lîngă acești parametri va trebui să luăm în considerare și pe N, volumul selecției și $x_1, \ldots, x_N$ selecția propriu-zisă).

(i) În tabelele 1 și 1 bis sînt date mai multe funcții de pondere $w_N(x)$ și studiate proprietățile acestora. Toți estimatorii construiți sînt estimatori spectografi. Funcțiile de pondere (3) și (4) nu sînt pozitive pentru orice x și deci estimatorii corespunzători pot lua și valori negative, de aceea trebuie să se aibă în vedere ultima observație.

Estimarea densității spectrale prin metoda transformării

Funcția de pondere $w_N(x)$ „fereastra spectrală“	Estimatorul consistent $f_N^*(\lambda) = \sum (C_j/N)\, w_j^{(N)}$
1. Bartlett $\frac{1}{2m}\left\{\frac{\sin^2 m\pi(\lambda - x)}{\sin^2 \pi(\lambda - x)} + \frac{\sin^2 m\pi(\lambda + x)}{\sin^2 \pi(\lambda + x)}\right\}$	$\sum_{j=-m+1}^{m+1}\left(1 - \frac{\lvert j\rvert}{m}\right)\frac{C_j}{N}\cos 2\pi j\lambda$
2. Estimația rectangulară $\begin{cases} 1/4\,h, & \lvert x \pm \lambda\rvert < h \\ 0, & \text{în rest} \end{cases}$	$\sum_{j=-N}^{N}\frac{C_j}{N}\frac{\sin 2\pi j h}{jh}\cos 2\pi jh$
3. Trunchierea periodogramei (are o mică deplasare și dispersie) $\frac{1}{2}\left\{\frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)(x-\lambda)}{\sin \pi(x-\lambda)} + \frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)(x+\lambda)}{\sin \pi(x+\lambda)}\right\}$	$\sum_{j=-m}^{m}\frac{C_j}{N}\cos 2\pi jh$
4. Tukey $\frac{1}{2}\left\{0{,}54\frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)(x-\lambda)}{\sin \pi(x-\lambda)} + 0{,}54\frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)(x+\lambda)}{\sin \pi(x+\lambda)} + \right.$ $+ 0{,}23\frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)\left(x-\lambda-\frac{\pi}{m}\right)}{\sin \pi\left(x-\lambda-\frac{\pi}{m}\right)} + 0{,}23\frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)\left(x+\lambda-\frac{\pi}{m}\right)}{\sin \pi\left(x+\lambda-\frac{\pi}{m}\right)} +$ $\left. + 0{,}23\frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)\left(x-\lambda-\frac{\pi}{m}\right)}{\sin \pi\left(x-\lambda+\frac{\pi}{m}\right)} + 0{,}23\frac{\sin 2\pi\left(m+\frac{1}{2}\right)\left(x+\lambda+\frac{\pi}{m}\right)}{\sin \pi\left(x+\lambda+\frac{\pi}{m}\right)}\right\}$	$\frac{C_0}{N} + 2\sum_{j=1}^{m}\frac{C_j}{N}\cos 2\pi j\lambda\left(0{,}46\cos\frac{\pi j}{m} + 0{,}54\right)$
5. Bartlett rectangulară $\left(\text{unde } h = \frac{1}{m}\right)$ $\frac{1}{2m}\left\{\frac{1}{2h}\int_{\lambda-h}^{\lambda+h}\frac{\sin^2\pi m(x-\mu)}{\sin^2\pi(x-\mu)}\,d\mu + \frac{1}{2h}\int_{\lambda-h}^{\lambda+h}\frac{\sin^2\pi n(x+\mu)}{\sin^2\pi(x+\mu)}\,d\mu\right\}$	$\sum_{j=-m}^{m}\frac{C_j}{m}\left(1 - \frac{\lvert j\rvert}{m}\right)\frac{\sin 2\pi jh}{2\pi jh}\cos 2\pi jh.$

Estimarea densității spectrale prin metoda transformării

Deplasarea estimatorului $f_N^*(\lambda)$ $b_N(\lambda)$	Dispersia estimatorului $f_N^*(\lambda)$ $D^2[f_N^*(\lambda)]$	Eroarca în medie pătrată $M\,\lvert f_N^*(\lambda) - f(\lambda)\rvert^2$
1. Bartlett $\sim \frac{1}{m} P\int_{\frac{-1}{2}}^{\frac{1}{2}} \frac{\sin 2\pi(x-\lambda)}{1-\cos 2\pi(x-\lambda)} f'(x)\mathrm{d}x$ unde P este o constantă	$\sim \begin{cases} \frac{2}{3}\frac{m}{N} f^2(\lambda), & \lambda \neq 0 \\ \frac{4}{3}\frac{m}{N} f^2(0), & \lambda = 0 \end{cases}$	$\sim \frac{2}{3}\frac{m}{N} f^2(\lambda) +$ $+\left[\frac{1}{m} P\int_{-1/2}^{1/2} \frac{\sin 2\pi(x-\lambda)}{1-\cos 2\pi(x-\lambda)} f'(x)\mathrm{d}x\right]^2$ pentru $\lambda \neq 0$
2. Estimația rectangulară $\sim \frac{f''(\lambda)}{6m^2}$	$\sim \begin{cases} \frac{m}{N} f^2(\lambda), & \lambda \neq 0 \\ \frac{2m}{N} f^2(0), & \lambda = 0 \end{cases}$	$\sim \frac{m}{N} f^2(\lambda) + \left[\frac{f''(\lambda)}{6m^2}\right]^2$, pentru $\lambda \neq 0$.
3. Trunchierea periodogramei $\sim \frac{1}{N} P\int \frac{\sin 2\pi(x-\lambda)}{1-\cos 2\pi(x-\lambda)} f'(x)\mathrm{d}x$ unde P este o constantă	$\sim \begin{cases} \frac{2m}{N} f^2(\lambda), & \lambda \neq 0 \\ \frac{4m}{N} f^2(0), & \lambda = 0 \end{cases}$	$\sim \frac{2m}{N} f^2(\lambda) +$ $+\left[\frac{1}{N} P\int_{-1/2}^{1/2} \frac{\sin 2\pi(x-\lambda)}{1-\cos 2\pi\,(x-\lambda)} f'(x)\,\mathrm{d}x\right]^2$ pentru $\lambda \neq 0$
4. Tukey $\sim 0{,}23 f''(\lambda)\left(\frac{\pi}{m}\right)^2$, dacă $m^2 = 0(N)$	$\sim \begin{cases} \frac{m}{N} f^2(\lambda)\,(0{,}46^2 + 2\cdot 0{,}56^2), & \lambda \neq 0 \\ \frac{2m}{N} f^2(0)\,(0{,}46^2 + 2\cdot 0{,}56^2), & \lambda = 0 \end{cases}$	$\sim \frac{m}{N} f^2(\lambda)\,(0{,}7748) + \left(0{,}23\, f''(\lambda)\frac{\pi^2}{m^2}\right)^2$ pentru $\lambda \neq 0$
5. Bartlett rectangulară Aceeași ca în cazul estimației Bartlett	$\sim \begin{cases} \frac{2m}{N} f^2(\lambda)\int_0^1 (1-x)^2\left(\frac{\sin \pi x}{\pi x}\right)^2 \mathrm{d}x, & \lambda \neq 0 \\ \frac{4m}{N} f^2(0)\int_0^1 (1-x)^2\left(\frac{\sin \pi x}{\pi x}\right)\mathrm{d}x, & \lambda = 0 \end{cases}$	de tipul $0(N^{-2/3})$ dacă $m = kN^{\frac{1}{2}}$

Estimația (5) înmulțită cu $1/m$ este o bună estimație a funcției spectrale pe intervalul $\left(\lambda - \frac{\pi}{2m}, \lambda + \frac{\pi}{2m}\right)$.

În toate cazurile $m = 0(N)$ și tinde la infinit cînd $N \to \infty$. Exceptînd estimația (2) toate estimațiile din tabel sînt convenabil de programat pe calculator deoarece nu necesită de calculat decît m momente C_j/N.

(ii). În majoritatea lucrărilor de analiză spectrală se recomandă ca estimarea densității spectrale să fie calculată pentru mai multe puncte de trunchiere, neexistînd încă puse la punct rutine cantitative sau calitative pentru interpretarea densității spectrale obținute pentru mai multe alegeri ale lui m.

În [6] Parzen recomandă să se aleagă de fiecare dată cîte trei puncte de trunchiere $m_1 < m_2 < m_3$ cu m_1 par și $N/20 \leqslant m_1 \leqslant N/10$, iar $m_2 = 2m_1$ și $m_3 = 2m_2$.

Observînd în tabelul 1 bis că dispersiile estimatorului $f_N^*(\lambda)$ depind de factorul m/N vom fi conduși să considerăm ca criteriu de alegere a lui m pe acela care micșorează raportul m/N.

În tabelul 2 este dat modul în care alegerea raportului m/N influențează banda în care este estimată densitatea spectrală. A și B din tabel au semnificația din notația $A \leqslant (f_N^*(\lambda) - f(\lambda)) / f(\lambda) \leqslant B$. Atragem atenția asupra folosirii cu prudență a acestui criteriu de alegere a lui m pentru ca nu cumva, tentați fiind să micșorăm dispersia, să mărim deplasarea.

Tabelul 2

Legătura între raportul $\frac{m}{N}$ și intervalul de încredere

$\frac{m}{N}$	A	B
0,005	−0,3	0,4
0,10	−0,4	0,6
0,20	−0,5	0,9
0,40	−0,6	1,5

Un al treilea mod de alegere a punctului de trunchiere m este luat în considerare de Grenander și Rosenblatt în [2]. În acest caz se urmărește minimizarea erorii în medie pătrată. În tabelul 3 sînt date valorile lui K și α pentru care eroarea în medie pătrată din tabelul 1 este minimă, unde $m = KN^{\alpha}$.

(iii). Punctele (frecvențele) în care se calculează $f_N^*(\lambda)$ atunci cînd se estimează densitatea spectrală pe întreg intervalul $(0, \pi)$ sînt de forma $0, \frac{\pi}{q}, 2\frac{\pi}{q}, \ldots, \pi$.

Se recomandă în general ca q, numărul de calcul spectral, să fie ales aproximativ egal cu m. În cazul aplicațiilor fizice q va fi astfel ales încît frecvențele cu semnificație fizică să fie multiple de π/q; în cazul aplicațiilor economice q se alege multiplu de 12.

Timpul T de calcul al unui estimator este aproximativ egal cu produsul dintre m, punctul de trunchiere și q, numărul de calcul spectral.

Cîteva valori ale lui m, q, T obținute pe un IBM sînt date în tabelul 4.

Tabelul 3

Valori optime ale lui m pentru minimizarea erorii în medie pătrată din tabelul 1

Nr. de ordine al estimatorului din tabelul 1	α, k opțiuni unde $m = kN^{\alpha}$	eroarea în medie pătrată
1	$\alpha = \frac{1}{3}$	$0\left(N^{-\frac{2}{3}}\right)$
2	$\alpha = \frac{1}{5}$ $k = \left(\frac{\lvert f''(\lambda)\rvert}{f(\lambda)}\right)^{2/5}\left(\frac{\pi^2}{3}\right)^{1/5}$	$\sim 5 \cdot 4^{-4/5}(f(\lambda))^{2/5}(\lvert f''(\lambda)\rvert)^{2/5}\left(\frac{\pi^4}{36}\right)^{1/5} N^{-4/5}$
3	Nu există un α optim. Se recomandă alegerea unei valori mici	$2\,kN^{\alpha-1} f^2(\lambda)$
4	$\alpha = \frac{1}{5}$ $k = \left[\frac{\lvert f''(\lambda)\rvert}{f(\lambda)}\right]^{2/5}\left(\frac{2116}{7748}\pi^4\right)^{1/5}$	$\sim 5.4^{-4/5}(f(\lambda))^{2/5}\,\lvert f''(\lambda)\rvert^{2/5}(0{,}7748)^{2/5} \times$ $\times (0{,}23\,\pi^2)^{1/5}\,N^{-4/5}$
5	$\alpha = \frac{1}{3}$	$0(N^{-2/3})$

Tabelul 4

Timpi estimativi de calcul în funcție de m și q

m	q	T
40	40	1 sec.
80	80	4 sec.
80	160	8 sec.
200	200	24 sec.
500	200	1 min

a) **Considerații teoretice**

Metoda filtrării constă în trecerea unui mesaj x_t, $0 < t < T$ printr-un filtru liniar $\mathcal{F}$ cu frecvența de răspuns $\varphi_T(y)$ puternic concentrată în punctul λ în care se dorește estimarea densității spectrale. Media puterii ieșirii este un estimator consistent a lui $f(\lambda)$.

Estimatorii construiți mai jos sînt generalizări ai celor din relația (2.1) fără a fi însă estimatori spectrografi. Sînt importanți pentru larga lor aplicare pe calculatoarele analogice.

În cele ce urmează pe lîngă ipotezele din introducere considerăm procesele stohastice normale cu parametri continui observați într-un interval de timp $0 < t < T$.

Teorema 5. [2]. Fie un filtru liniar cu funcția de răspuns tranzient $g_T(t)$. Atunci

$$\alpha_T^{\cdot} = \frac{1}{T}\int_0^T |z_t|^2 \, dt = \frac{1}{T}\int_0^T\int x_u x_v \cos(u-v)\lambda \, g_T(t-u) g_T(t-v) du \, dv dt \qquad (3.1)$$

unde

$$z_t = \mathcal{F} x_t e^{it\lambda} = \int_0^t x_s \, e^{is\lambda} g_T(t-s) ds \quad 0 < t < T$$

este un estimator consistent al densității spectrale $f(\lambda)$.

Observație. Transpusă pe un calculator analogic formula (3.1) constă în amestecarea mesajului x_t, $0 < t < T$ cu o undă $e^{it\lambda}$ produsă de un oscilator cu frecvența λ, filtrarea acestui amestec cu un filtru cu frecvența de răspuns $\varphi_T(x)$ și calcularea mediei puterii ieșirii dată de acest filtru.

Teorema 6. [2] Deplasarea estimatorului (3.1) este

$$b_T(\lambda) = 0\left[\sqrt{\int_R (x-\lambda)^2 |\varphi_T(x-\lambda)|^2 \, dx}\right] + 0\left(\frac{h^2(T)}{T}\right) \qquad (3.2)$$

Definim *lățimea benzii spectrale* $\beta(\alpha_T^{\cdot})$.

$$\beta(\alpha_T^{\cdot}) = \frac{1}{\int_R |\varphi_T(y)|^2 dy} \qquad (3.3)$$

Teorema 7. În condițiile teoremei 5 și presupunînd că

$$\max_{|u| \leq \frac{A}{T}} \left| \frac{\int_R |\varphi_T(x)|^2 |\varphi_T(x+u)|^2 dx}{\int_R |\varphi_T(x)|^4 dx} - 1 \right| \to 0 \ (\forall) \ A > 0 \text{ și } T \to \infty$$

dispersia estimatorului α_T^* este asimptotic:

$$D^2[\alpha_T^*(\lambda)] \sim \frac{2\pi f^2(\lambda)}{T} \int_R |\varphi_T(y)|^4 \, dy, \text{ pentru } \lambda \neq 0 \tag{3.4}$$

și

$$D^2[\alpha_T^*(0)] \sim \frac{4\pi f^2(0)}{T} \int_R |\varphi_T(y)|^4 \, dy, \text{ pentru } \lambda = 0.$$

Compromisul între micșorarea dispersiei și între netezirile și distorsiunile la care este supus procesul pentru obținerea unei deplasări mici (vezi problema analogă în § 2) este realizat de formula

$$\frac{D^2[\alpha_T^*(\lambda)]}{M^2[\alpha_T^*(\lambda)]} \beta(\alpha_T^*) = \frac{2\pi}{T} \frac{\int_R |\varphi_T(y)|^4 \, dy}{\int_R |\varphi_T(y)|^2 \, dy} = \frac{2\pi}{T} G_1(\varphi_T) \tag{3.5}$$

(dispersia X lățimea benzii spectrale = constant) numită și *principiul nedeterminării* prin analogie cu cunoscutul principiu a lui Heisenberg din mecanica statistică.

Studiind forma estimatorului (3.1) avînd în vedere că procesul x_T este normal iar selecțiile sînt independente, rezultă că $\alpha_T^*(\lambda)$ *este o sumă ponderată de* χ^2. Introducem *numărul de grade* de libertate echivalente ca fiind

$$\text{EDF}[\alpha_T^*(\lambda)] = \frac{2T\beta(\alpha_T^*)}{G_1(\varphi_T)}. \tag{3.6}$$

b) **Algoritmi**

În cele ce urmează vom da doar pașii importanți pe care trebuie să-i urmeze o procedură de estimare a densității spectrale, precum și rezultatele finale trimițînd pentru detalii la [4] și [6].

Conform celor prezentate orice procedură de estimare a densității spectrale trebuie să aibă următorii parametri:

(i) o caracteristică de răspuns $\varphi_T(y)$ a filtrului liniar $\mathcal{F}$;

(ii) un întreg n ce reprezintă numărul de grade de libertate echivalente (EDF $[\alpha_T^*]$);

(iii) lățimea benzii spectrale $\beta(\alpha_T^*)$; pe baza lățimii benzii spectrale $\beta(\alpha_T^*)$ se determină m, punctul de trunchiere;

(iv) se determină N, volumul selecției corespunzător caracteristicii de răspuns φ_T alese și a punctului de trunchiere m, determinat.

În tabelul 5 sînt date mai multe caracteristici de răspuns φ_T, dispersiile, numărul de grade de libertate echivalente-EDF $[\alpha_T^*]$ — și lățimea benzii spectrale $\beta(\alpha_T^*)$ corespunzătoare. Alegerea parametrilor de mai sus devine facilă utilizînd formulele din acest tabel.

Tabelul 5

Estimarea densității spectrale prin metoda filtrării

Funcția de răspuns $\varphi_m(k)$	Dispersia estimatorului $\alpha_m^*(\lambda)$	Numărul de grade de libertate echivalente EDF $(\alpha_m^*(\lambda))$	Lățimea benzii spectrale $\beta(\alpha_m^*)$
1. Bartlett (1) 1	$2m/n$	n/m	$1/4\ m$
2. Bartlett (2) $1 - k/m$	$2m/3n \sim m/n$	$3n/m \sim 2n/m$	$3/4\ m \sim 1/2\ m$
3. Tukey (1) $1 - 2a + 2a\ cos\ \frac{\pi k}{m}$ (se sugerează $a = 0{,}23$)	$\frac{2m}{m}(1 - 4a + 6a^2)$	$\frac{n}{m(1 - 4a + 6a^2)}$	$\frac{1}{4n(1-4a+6a^2)}$
4. Tukey (2) $\frac{1}{2}\left(1 + \cos\frac{\pi k}{m}\right)$ (se sugerează $a = 0{,}25$)	$\frac{3m}{4n} \sim \frac{m}{n}$	$\frac{8n}{3m} \sim \frac{2n}{m}$	$\frac{1}{2m}$
5. Parzen (1) $1 - \frac{k^2}{m^2}$	$\frac{16m}{15n} \sim \frac{m}{n}$	$\frac{15n}{8m} \sim \frac{2n}{m}$	$\frac{1}{2m}$
6. Parzen (2) $\begin{cases} 1 - \frac{6k^2}{m^2\left(1-\frac{k}{m}\right)},\ 0 \leqslant k \leqslant \frac{m}{2} \\ 2\left(1 - \frac{k}{m}\right)^3,\ \frac{m}{2} \leqslant k \leqslant m \end{cases}$	$\frac{0{,}542\ m}{n} \sim \frac{m}{2n}$	$\frac{3{,}7n}{m} \sim \frac{4n}{m}$	$\frac{1}{m}$
7. Daniell $\frac{sin\ kh}{kh}$, $k = 0,1,2,\ldots,n$	$\frac{\pi}{nh}$	$\frac{2nh}{\pi}$	$\frac{h}{2\pi}$

IV. METODA ESTIMĂRII AUTOREGRESIVE

Metoda estimării autoregresive constă în scrierea procesului x_t ca o autoregresie și estimarea apoi a densității spectrale a autoregresiei astfel construite. Metoda estimării autoregresiei se bazează pe următoarea teoremă.

Teorema 8 [2]. Fie x_t soluția ecuației stohastice cu diferențe

$$a_0 x_{t+p} + a_1 x_{t+p-1} + \ldots + a_p x_t = \eta_t \tag{4.1}$$

unde η_t este un proces necorelat cu media zero și dispersia σ^2 iar $\varphi(z) = \sum_{j=0}^{p} a_j z^{p-j}$ nu are soluții reale (procesul x_t se numește proces autoregresiv).

Densitatea spectrală a procesului x_t este

$$f(\lambda) = \frac{\sigma^2}{|\varphi(e^{2\pi i\lambda})|^2}. \tag{4.2}$$

Scriind pe x_t numai în funcție de trecutul său și ținînd cont de formula (4.1) se obține

$$x_t = -\frac{1}{a_0}(a_1 x_{t-1} + \ldots + a_p x_{t-p}) + \frac{\eta_t}{a_0}.$$

Notînd cu $\hat{x}_t = -\frac{1}{a_0}(a_1 x_{t-1} + \ldots + a_p x_{t-p})$, $\varepsilon(t) = x_t - \hat{x}_t$ rezultă că $\varepsilon(t)$ este un proces slab staționar cu media 0 și dispersia $\sigma^2/|a_0|^2$.

Cu acestea algoritmul de estimare a densității spectrale prin metoda estimării autoregresive constă în următorii pași:

(i) determinarea coeficienților $a_1, \ldots, a_p$ de autoregresie (dați apriori ca parametri sau estimați printr-o procedură specială);

(ii) testarea ipotezei statistice că $\varepsilon(t)$ are spectrul zgomotului alb (densitatea spectrală egală cu σ^2);

(iii) dacă ipoteza este adevărată estimația densității spectrale a procesului x_t este dată de formula (4.2).

V. TESTE ȘI INTERVALE DE ÎNCREDERE

Testul și intervalele de încredere studiate în acest capitol se aplică pentru estimatori spectografi putînd fi însă cu ușurință generalizați și pentru estimatori de tipul (4.2).

Teorema 9 [2]

$$\lim_{m\to\infty}\lim_{N\to\infty} P\left\{\max_k \sqrt{\frac{Nh}{2\pi}}\left|\log\left[\int_{kh}^{(k+1)h}\int_{-\pi}^{\pi} I_N(x) w_N(x-\lambda)\,dx\,d\lambda / f\left(\left(k+\frac{1}{2}\right)h\right)\right]\right| \leqslant \right.$$

$$\left. \leqslant \Phi^{-1}\left(1-\frac{\alpha}{m}\right)\right\} = e^{-2\alpha}$$

unde Φ este funcția de probabilitate gaussiană iar Φ^{-1} inversa sa. Pe baza teoremei 9 se poate construi următorul interval de încredere

$$\exp\left\{-\sqrt{\frac{2\pi m}{N}}\,\Phi^{-1}\left(1-\frac{\alpha}{m}\right)\frac{m}{\pi}\int_{\frac{k\pi}{m}}^{\frac{(k+1)\pi}{m}}\int_{-\pi}^{\pi} I_N(x) w_N(x-\lambda)\,d\lambda. \leqslant\right.$$

$$\leqslant f\left(\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{m}\right)\leqslant \exp\left\{\sqrt{\frac{2\pi m}{N}}\,\Phi^{-1}\left(1-\frac{m}{\alpha}\times\right.\right.$$

$$\left.\left.\times\frac{m}{\pi}\int_{\frac{k\pi}{m}}^{\frac{(k+1)\pi}{m}}\int_{-\pi}^{\pi} I_N(x)w_N(x-\lambda)\,d\lambda\right.\right.$$

pentru densitatea spectrală $f(\lambda)$ în punctele $\lambda = \pi/2m$, $3\pi/2\ m$, ..., $(2m - 1)\pi/2m$.

BIBLIOGRAFIE

1. DOOB J.L.: *Stochastic Processes.* J. Wiley, New York, 1952.
2. GRENANDER U., ROSENBLATT M.: *Statistical Analysis of Stationary Time Series.* J. Wiley, New York, 1957.
3. HANNAN E. J.: *Time Series Analysis.* Methuen & Co., London, 1960.
4. JENKINS G. M.: *General Considerations in the Analysis of Spectra.* Technometrics, 3, 1961, pp. 133–166.
5. PARZEN E.: *Mathematical Considerations in the Estimation of Spectra.* Tehnometrics, 3, 1961, pp. 167–190.
6. * * * *An Approach to Empirical Time Series Anaelysis.* J. Res. Nat. Bur. Standards Sect. B68D, 1964.

9.09.1978.

CARMEN HARTULARI
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Un algoritm euristic pentru echilibrarea liniilor de asamblare

În lucrare se prezintă un algoritm euristic bazat pe simulare și autoinstruibil pentru echilibrarea unei linii de asamblare. Pentru alocarea activităților pe locurile de muncă, se utilizează mai multe reguli combinate, fiecare avînd o pondere inițială diferențiată, pondere ce se schimbă de la o iterație la alta în funcție de contribuția fiecărei reguli.

Procesul de asamblare a unui produs de serie impune existența unei linii tehnologice în flux. La proiectarea unei astfel de linii principalii parametri care sînt luați în considerare sînt: volumul de producție zilnică, fondul de timp disponibil, tactul sau ritmul liniei, necesarul de locuri de muncă (lungimea liniei) și numărul de muncitori.

Echilibrarea liniilor de asamblare este legată de determinarea a doi parametri: numărul de locuri de muncă și ritmul liniei.

1. DEFINIREA PROBLEMEI ECHILIBRĂRII LINIILOR DE ASAMBLARE

Considerăm o mulțime de activități $\mathcal{A} = \{A_1, A_2, ..., A_n\}$, o relație de precedență „$<$" și timpii de execuție ai fiecărei activități d_i $(i = 1,2, ..., n)$. Un loc de muncă j se definește ca o submulțime a lui $\mathcal{A}$ și se notează cu B_j.

O linie de asamblare este o partiție $\lambda(N)$ a lui A, $\lambda(N) = \{B_1, ..., B_j ..., ..., B_N)$ astfel că dacă $A_p < A_q$, $A_p \in B_i$ și $A_q \in B_j$, atunci $i \leqslant j$.

Lungimea liniei de producție reprezintă numărul total de locuri de muncă și se notează cu $L(B_1, B_2, ..., B_N) = N$.

Ritmul liniei de producție reprezintă intervalul de timp între ieșirea a două produse consecutive din linie și se notează cu $T = T(B_1, B_2, ..., B_N) = \max_j \{\sum_p d_p \mid A_p \in B_j\}$. $j = 1, ..., N$.

Timpul de neutilizare al liniei, datorat valorilor inegale ale timpilor de staționare la fiecare loc de muncă se notează $T^n = N \cdot T(B_1, ..., B_N) - \sum_{A_i \in \mathcal{A}} d_i$, $i = 1,2, ..., n$.

Timpul de staționare al unui produs la locul de muncă j este cantitatea totală de muncă exprimată în unități de timp și care este atribuită locului de muncă respectiv și se notează

$$S_j = \sum_{A_r \in B_j} d_p.$$

Problema echilibrării liniei de asamblare pentru o linie în flux se definește astfel:

P_1 · Fie $T_0 \geqslant \max_{A_i \in \mathcal{A}} d_i$, un ritm dat. Să se determine o linie de producție $[B_1, B_2, ..., B_j, ..., B_N]$ al cărei ritm verifică relația $T[B_1, ..., B_N] \leqslant T_0$ și are o lungime $L[B_1, ..., B_N]$, minimă.

P_2. Fie $L_0 > 0$ o lungime dată. Să se determine o linie de producție $[B_1, ..., B_j, ..., B_N]$ a cărei lungime verifică relația $L[B_1, B_2, ..., B_N] \leqslant L_0$ și care să aibă un ritm $T[B_1, ..., B_N]$, minim.

Problema echilibrării liniilor de asamblare, astfel definită, constă în determinarea numărului de locuri de muncă și a atribuirii activităților pe aceste locuri de muncă în condițiile în care se cunoaște ritmul liniei și respectînd un set de restricții tehnologice și economice sau în determinarea ritmului în momentul în care se cunoaște numărul de locuri de muncă (probleme ce apar la reorganizarea unei linii).

Pentru rezolvarea problemei (P_1) în literatura de specialitate există o serie de metode exacte utilizînd programarea matematică [5], branch and bound [1], [4], programarea dinamică [3]. Ea se încadrează în clasa mare a problemelor de ordonanțare și reprezintă un caz special.

Problema este de natură combinatorie, existînd o multitudine de posibilități de grupare a activităților pe locurile de muncă care să respecte procesul tehnologic. Abordarea acestei probleme prin metode exacte arată însă o creștere rapidă a timpului de calcul o dată cu creșterea numărului de activități [3]. De aceea cercetările din ultimul timp mai ales pentru probleme practice cu un număr mare de activități s-au orientat în găsirea unor metode euristice pentru selectarea activităților ce vor fi atribuite pe locurile de muncă [8], [3], [6].

Indicele de uniformitate exprimă uniformitatea relativă a echilibrării unei linei de asamblare:

$$IU = \sqrt{\sum_{j=1}^{N} (S_{max} - S_j)^2}$$

unde S_{max} reprezintă timpul maxim de staționare (nu poate depăși valoarea ritmului).

Cu cît este mai mică valoarea indicelui de uniformitate cu atît timpii de staționare ai locurilor de muncă sînt mai apropiați.

Abaterea de echilibrare se definește ca raportul între timpul de neutilizare de-a lungul liniei și ritmul liniei înmulțit cu numărul de locuri de muncă

$$AE = \frac{T^n}{T \cdot N}$$

unde N reprezintă numărul total de locuri de muncă.

Mulțimea activităților candidate este mulțimea activităților care pot fi programate la un moment t_k avînd toți predecesorii programați

$$C_k = \{A_k \in \mathcal{A} \mid \Gamma^{-1} A_k \in P_k\}$$

unde P_k reprezintă mulțimea operațiilor programate pînă la momentul t_k.

Subpartiția realizabilă $\lambda(j) = [B_1, ..., B_j]$ este o ordonare posibilă a unei submulțimi de activități pe j locuri astfel încît să fie respectate restricțiile date și să nu fie depășit ritmul liniei.

Timpul mediu de ocupare a locurilor de muncă rămase este dat de relația

$$\varepsilon_j = \frac{D^* - \sum_{l=1}^{j} S_l}{N^* - j.}$$

și servește pentru evaluarea modului cum a fost făcută atribuirea activităților la locurile de muncă; unde:

D^* reprezintă suma duratelor tuturor activităților,

$\sum_{l=1}^{j} S_l$ — suma duratelor activităților atribuite,

N^* — numărul maxim de locuri de muncă admis.

j — numărul de locuri de muncă atribuite.

Timpul mediu indică cît de bine a fost încărcat locul de muncă j în comparație cu locurile de muncă anterioare.

Dacă ε_j are o valoare mai mică decît ε_{j-1} înseamnă că suma duratelor activităților atribuite la locul de muncă j este mai mare decît media destinată locurilor de muncă rămase, deci există o tendință de micșorare a timpului de neutilizare.

2. ALGORITMUL DE SIMULARE PENTRU ECHILIBRAREA LINIEI DE ASAMBLARE (SAL)

Vom prezenta un algoritm care are la bază un model procedural cu autoinstruire. Corecția mărimilor de intrare se face automat în urma rezultatelor obținute cu scopul de a obține o comportare cît mai aproape de optim în raport cu criteriul stabilit.

Informația obținută asupra comportării sistemului într-o anumită perioadă este utilizată pentru a efectua modificări care să asigure o comportare mai bună în perioada următoare. Această acumulare de informații despre

comportarea trecută în scopul efectuării automate a unor modificări pentru a rezulta o anumită comportare ulterioară este caracteristică sistemelor adaptive și autoinstruibile, deci modelul poate fi considerat autoinstruibil.

Un loc de muncă, cuprinde o submulțime a activităților candidate care se formează prin selectarea succesivă a activităților din mulțimea activităților canditate conform unui anumite reguli. Între regulile care pot fi utilizate pentru selectarea activităților din mulțimea activităților candidate pentru a fi alocate la un loc de muncă sînt ($\mathbf{R}_1$) — rezerve minime: ($\mathbf{R}_2$) — termen de începere cel mai tîrziu; ($\mathbf{R}_3$) — termen de terminare cel mai tîrziu; ($\mathbf{R}_4$) — număr de succesori imediați; ($\mathbf{R}_5$) — durata activității; ($\mathbf{R}_6$) — ponderea poziționlă a activităților. Fie $\mathbf{R} = (\mathbf{R}_1, ..., \mathbf{R}_6)$ vectorul corespunzător mulțimii de reguli mai sus amintite. Se urmărește obținerea unei partiții cu o abatere de echilibrare minimă AE și un indice de uniformitate minim IU. Algoritmul propus constă din trei etape.

În prima etapă se determină partițiile realizabile prin considerarea fiecărei reguli în parte și se evaluează mărimile AE și IU considerate drept performante. În funcție de performanțele AE și IU se determină mulțimea de ponderi, atașate regulilor $\mathbf{R}_q$, $\mu^i = \{\mu_q^i\}$ și $f^i = \{f_q^i\}$, $q = 1, ..., 6$ după formulele descrise la pașii 2 și 3 (pentru iterația zero, $i = 0$). Se notează $\bar{f}_q^i = \sum_{l=1}^{q} f_l^i$, $q=1, ..., 6$ și se împarte intervalul $(0, 1]$ într-o reuniune de intervale $(0, 1] = \bigcup_{q=1}^{6} (\bar{f}_{q-1}^i, \bar{f}_q^i]$ unde s-a notat $\bar{f}_0^i = 0$ (evident $\bar{f}_6^i = 1$).

În etapa a doua se determină o partiție realizabilă prin utilizarea tuturor regulilor. Atribuirea activităților candidate la locurile de muncă se face prin selectarea de fiecare dată a unor reguli. Se generează un număr pseudoaleator uniform $(0, 1]$. Dacă $u \in [\bar{f}_{q-1}^i, \bar{f}_q^i]$ atunci se selectează regula q. Se ordonează activitățile candidate după regula q.

Totodată după încărcarea unui loc de muncă j se evaluează o margine (folosind mărimea ε_j) care indică efectul și sensul regulilor utilizate în acel pas asupra performanțelor ce se iau în considerare. Această margine ne permite să analizăm contribuția și sensul fiecărei reguli asupra performanțelor (mărimile ce se doresc îmbunătățite).

În etapa a treia în urma obținerii unei soluții (iterații) se trece la reevaluarea ponderilor regulilor utilizate în funcție de contribuția fiecăreia la iterația precedentă și se face o nouă împărțire a intervalului $(0,1]$ ca în prima etapă.

În această reevaluare se ține seama de numărul de utilizări a fiecărei reguli în iterația i, de abaterea de echilibrare, de indicele de uniformitate, de sensul cum a contribuit fiecare regulă în ansamblul regulilor utilizate asupra performanțelor. Sensul se pune în evidență prin calcularea unei valori a marginii ε_j la locurile de muncă unde a fost utilizată regula.

Se reia apoi algoritmul de la etapa a doua; procesul continuă pînă se atinge numărul de iterații propus, sau nu se mai pot obține îmbunătățiri sensibile ale performanțelor prin recalcularea ponderilor sau se obține un anu-

mit prag al performanțelor dat aprioric. În continuare vom enunța algoritmul SAL pe pași.

Pasul 1. Se determină pentru fiecare regulă ($q = 1, ..., 6$) o partiție realizabilă $\lambda(N^q) = (B_1^q, B_q^2 ... B_{Nq}^q)$ vezi [1] și se evaluează mărimile (performanțelor) AE_q, IU_q pentru fiecare regulă în parte.

Pasul 2. Se determină componentele vectorului de ponderi pentru starea inițială, $i = 0$: $\mu^i \in \{\mu_1^i, \mu_2^i, ..., \mu_6^i\}$, cu

$$\mu_q^0 = \rho_1(1 - AE_q) + \rho_2\left((1 - \frac{IU_q}{N^q S_{max}}\right)(q = 1, ..., 6)$$

unde:

ρ_1	reprezintă	coeficientul ce exprimă importanța abaterii de echilibrare în calculul ponderii,
ρ_2	—	coeficientul ce exprimă importanța indicelui de uniformitate în calculul ponderii,
i	—	indicele ce indică numărul iterației ia valoarea 0 pentru starea inițială,
N^q	—	numărul total de locuri de muncă pentru regula q.

Pasul 3. Se determină elementele necesare pentru calculul mărimilor

$$f_q^1 = \mu_q^i / \sum_q \mu_q^i \text{ și } \bar{f}_q^i = \sum_{l=1}^{q} f^i \quad (q = 1 ... 6)$$

care vor fi utilizate la împărțirea intervalului (0, 1] într-o reuniune de intervale.

Pasul 4. Se generează un număr pseudoaleator u uniform distribuit între 0 și 1. Dacă $u \in (\bar{f}_{q-1}^i, f_q^i)$ atunci se selectează regula q.

Pasul 5. Se determină mulțimea activităților canditate C_k la momentul t_k (prin ordonarea activităților în ordinea crescătoare a momentelor de începere și apoi a regulii alese) și se selectează prima activitate, fie ea A_r.

Pasul 6. Se verifică dacă mulțimea activităților canditate este vidă $C_k = \Phi$. Dacă da se trece la pasul 7, altfel salt la pasul 8.

Pasul 7. Dacă s-au analizat toate activitățile, salt la pasul 11, altfel

— se reține timpul de neutilizare la locul de muncă B_j;

— se evaluează o margine la locul de muncă B_j fie ea ε_j^i pentru a vedea tendința regulilor utilizate în atribuirea activităților la acest loc de muncă (i indică numărul iterației)

— se avansează la un nou loc de muncă $j = j + 1$

— se determină noul moment de început $t_k = j \cdot T_0$ și salt la pasul 10.

Pasul 8. Se verifică dacă timpul disponibil rămas la locul de muncă B_j este mai mic decît durata activității selectate d_r

$$T_0 - \sum_{A_i \in B_j} d_i < d_r,$$

se determină mulțimea rămasă a activităților candidate $C_k = C_k - \{A_r\}$ și salt la pasul 6. Dacă condiția de mai sus nu este verificată se execută pasul 9.

Pasul 9. Alocarea activității selectate A_r la locul de muncă B_j și determinarea noului moment de timp

$$t_k = t_k + d_r.$$

Pasul 10. Amînarea tuturor activităților ce au avut aceleași moment de începere cu activitatea selectată și amînarea tuturor activităților condiționate; apoi salt la pasul 4.

Pasul 11. S-a terminat o iterație i deci s-a obținut o soluție. Se recalculează ponderile regulilor folosite în funcție de contribuție la rezultat astfel

$$\mu_q^{i+1} = \mu_q^i + \rho_1 \frac{m_q^i}{\delta_q^i m^i}\left[1 - (AE^i - \min_{0<\beta<1} AE^\beta)\right] +$$

$$+ \rho_2 \frac{m_q^i}{m^i} \cdot \frac{1}{N_{max} S_{max}}\left[\min_{0<\beta<1} IU^\beta - IU^i\right]$$

unde:

m_q^i reprezintă numărul de cîte ori a fost folosită regula q în iterația i,

m^i — numărul total de generări, la iterația i,

δ_q^i — valoarea medie normată a marginii pentru regula q

$$\delta_q^i = \frac{\sum_{s \in \mathfrak{B}} \varepsilon_s^i}{|\mathfrak{B}| \cdot T_0},$$

$\mathfrak{B}$ — mulțimea locurilor de muncă unde a fost folosită regula q,

$|\mathfrak{B}|$ — numărul elementelor din mulțimea $\mathfrak{B}$,

$\Sigma\varepsilon_s^i$ — suma marginilor la locurile de muncă unde a fost folosită regula q în iterația i

— lungimea maximă a liniei egală cu $\max_q (N^q)$.

Cu cît δ_q^i este mai mic înseamnă că această regulă a condus la o încărcare bună a locurilor de muncă și prin urmare ponderea ei în iterația următoare va crește.

Se verifică dacă s-a atins numărul de iterații propus sau s-a atins pragul. Dacă da, stop. Altfel reluarea algoritmului de la pasul 4.

CONCLUZII

Utilizarea unor ponderi inițiale diferențiate pentru fiecare regulă în parte, ca și utilizarea unei margini ce indică sensul fiecărei reguli asupra rezultatului, alături de utilizarea unor criterii combinate sperăm că vor conduce la obținerea unui rezultat bun, pentru echilibrarea liniei de asamblare și într-un număr redus de iterații.

BIBLIOGRAFIE

1. CIOBANU GH.: *A branch and bound algorithm to solve an assembly line balancing problem.* Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, nr. 4, 1977.
2. HELD M., KARP R. M., SHARESHIAN R.: *Assembly line balancing dynamic programming with procesence constraints.* Operational Research 13(3), 1963.
3. MASTOR, A.: *An experimental investigation and comparative evaluation of production line balancing techniques.* Management Science, 16 (11) 1970.
4. NEWINS A . J.: *Assembly line balancing ussing best bud Search.* Management Science, 18/9, (1972).
5. PATTERSON J. H., ALBRACHT J. J.: *Assembly line balancing zero one programming with Fibanaci Search.* Operation Research 23 (1), 1975.
6. ROSCA V.: *Optimizarea producției în industria construcțiilor de mașini.* Teza de doctorat, București, 1978.
7. SHURBO, V. V. BELETSKY SA: *Numerical methods to solve the problem on the assembly line balancing.* Kibernetika, 1, 1977.
8. TONGE F. M: *A heuristic program for assembly line balancing.* Prentice Hall, Inc. 1961.

31.05.1979.

G. DIACONESCU
Catedra de cibernetică
economică—A.S.E.

Algoritmi de calcul într-o bază de date statistice

Articolul descrie algoritmii principali de calcul în baza de date organizată SA-V (baza de date statistice, folosind inversarea pe caractere introdusă de autor). Algoritmii creați de autor, transformă calculele aritmetice în calcule logice cu înregistrări inverse (vectori de biți). Din punct de vedere mașină, accesele frecvente în memoria externă se transformă în accese frecvente în memoria internă. Regăsirea spontană (rapidă și flexibilă) datorită inversării totale SA-V, se asociază astfel cu calculul spontan de valori statistice. Algoritmii prezentați se pot extinde de la statistica descriptivă (medii, dispersii, corelații etc.) la calculele statistice mai complexe.

Privită ca o bază de date de informare, baza de date statistice introdusă în [1], [3] și care utilizează extensiv și intensiv inversarea pe caractere, dispune de facilități performante de regăsire spontană. În același timp datorită necesităților specifice informării statistice calculul spontan al unor valori numerice este posibil pe baza unor algoritmi deosebit de eficienți, algoritmi care vor fi implementați în suportul software MUSCEL realizat [1] pentru baza de date statistice.

În cadrul algoritmilor de calcul, cel mai elementar este calculul numărului de înregistrări care satisfac o condiție de regăsire complexă. Aceasta corespunde la comanda NUMĂRUL existentă în sistemul actual. De asemenea, regăsirea după intervale [3] cuprinde elemente de calcul. Calculul efectiv se referă, însă, la suma de pătrate, dispersii, corelații, totaluri, medii etc., toate acestea în condiții de mare rapiditate care să facă posibilă exploatarea conversațională a bazei de date, în condiții de regăsire spontană.

Fie un fișier în care există atributele numerice x și y. În particular, acestea pot fi de pildă CANTITATE și PREȚ UNITAR (într-un fișier de materiale) sau NUMĂR DE SĂLI DE CLASĂ ȘI CAPACITATEA UNEI SĂLI (într-un fișier de școli). Se presupune că este vorba de mari fișiere cu sute

de mii de înregistrări. În cazul în care se dorește valoarea totală a materialelor sau capacitatea totală, (eventual în diverse condiții de regăsire) aceasta implică calculul banal: $\sum_{i=1}^{M} x_i\, y_i$, care, dacă se efectuează pentru sute de mii de înregistrări, face greoaie exploatarea conversațională din cauza numărului foarte mare de accese în memoria externă (timpii de răspuns sînt de nivelul orelor). În sistemul MUSCEL pentru baze de date statistice în care se folosește inversarea totală SA-V, produsul scalar se poate obține pe baza unui algoritm deosebit de rapid, care permite răspuns într-un interval de ordinul secundelor, algoritm care reprezintă suportul central al algoritmilor de calcul în baza de date statistice, din acest algoritm deducîndu-se simplu algoritmii de totaluri, medii, dispersii etc.

1. ALGORITMUL PRODUSUL — RAPID. Fie x_i și y_i valorile atributelor numerice x și y în fiecare din înregistrările $i = 1,2, ..., N$ ale fișierului. Să calculăm $\Sigma x_i y_i$. Datorită scrierii în baza 10 a valorilor numerice avem, detaliind pe x_i în reprezentare polinomială pentru baza 10, următoarea expresie:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i y_i = \sum_{i=1}^{N} [(x_i^M \cdot 10^{M-1} + x_i^{M-1} \cdot 10^{M-2} + \ldots + x_i^1) \cdot y_i]$$

de unde:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i y_i = 10^{M-1} \sum_{i=1}^{N} (x_i^M y_i) + 10^{M-2} \sum_{i=1}^{N} (x_i^{M-1} y_i) + \ldots + \sum_{i=1}^{N} x_i^1 y_i$$

Dar în expresiile de tipul $\Sigma\, x_i^j y_i$ se știe că x_i^j sînt cifrele 0, 1, 2, ..., 9. Dînd în factor și ținînd seama de rezultatul factorizării cu zero, avem:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i^j y_i = 1 \cdot \sum_{Rx_j^1} y_i + 2 \cdot \sum_{Rx_j^2} y_i + \ldots + 9 \sum_{Rx_j^9} y_i \qquad (1)$$

unde notația $k. \sum_{Rx} y_i$ reprezintă rezultatul factorizării, adică factorul k multiplicat cu suma acelor termeni y din fișier pentru care cifra j a lui x ia valoarea k. Deci:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i^j y_i = \sum_{k=1}^{9} \left(k \left(\sum_{Rx_j^k} y_i \right) \right) \cdot \qquad (2)$$

Înlocuind (2) în (1) obținem:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i y_i = \sum_{j=1}^{M} \left[10^{j-1} \left(\sum_{k=1}^{9} \left(k \left(\sum_{Rx^k} y_i \right) \right) \right) \right] \cdot \qquad (3)$$

Pentru a vedea cum se pot utiliza direct înregistrările inverse SA-V existente în baza de date statistice, reluăm formula (3) pentru cazul particular $y_i = 1$, pentru toți $i = 1, 2, ..., N$. În acest caz avem:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i y_i = \sum_{i=1}^{N} x_i \cdot 1 = \sum_{j=1}^{M} \left[10^{j-1} \left(\sum_{k=1}^{9} \left(k \cdot \left(\sum_{Rx_j^k} 1 \right) \right) \right) \right]. \quad (4)$$

Să analizăm semnificația notației $\sum_{Rx_j^k} 1$. Conform definiției, aceasta înseamnă suma de 1, de atîtea ori cîte înregistrări conțin cifra j a lui x egală cu k. Dar aceasta înseamnă de fapt numărul de biți 1 în înregistrarea inversă x_j^k. Putem nota deci:

$$\sum_{Rx_j^k} 1 = \mathrm{NR}\ (x_j^k) \quad (5)$$

cu convenția că funcția NR se aplică vectorului de biți, numărînd biții 1.

Înlocuind pe (5) în (4) avem :

$$\sum_{i=1}^{N} x_i = \sum_{j=1}^{M} \left[10^{j-1} \left(\sum_{k=1}^{9} \left(k \cdot \mathrm{NR} \left(x_j^k \right) \right) \right) \right]. \quad (6)$$

Formula (6) este un caz particular al formulei (3) și indică de fapt algoritmul SUMA-RAPIDĂ.

2. ALGORITMUL SUMA RAPIDĂ (totaluri rapide) este descris de formula (6), formulă care implică $M \cdot 9$ accese, deci cîteva zeci de accese în fișierul invers și numărarea unor biți 1 în înregistrările inverse. Aceasta indică timpii de răspuns la nivelul secundelor, chiar dacă fișierele sînt cu sute de mii de înregistrări. Pentru calcul se utilizează doar fișierul invers.

3. FORMA IMPLEMENTABILĂ A PRODUSULUI RAPID ține seama de formula (6). Aplicînd (6) pentru $\sum_{i=1}^{N} y_i$ avem:

$$\sum_{i=1}^{N} y_j = \sum_{l=1}^{M} \left[10^{l-1} \left(\sum_{s=1}^{9} s \cdot \mathrm{NR}\ (y_l^s) \right) \right]. \quad (7)$$

Reluînd expresia $\sum_{Rx_j^k} y_i$ din (3) și semnificația ei: suma tuturor termenilor y, dar numai din înregistrările care au cifra j a lui x egală cu k (înregistrări ale căror model de biți este inversa x_j^k), putem introduce acest rezultat în (7). Așa dar, dacă vrem să calculăm $\sum_{Rx_j^k} y_i$, folosind formula (7) (suma rapidă), va trebui ca în formula (7) inversa y_l^s să fie filtrată sistematic (prin operația „ȘI") cu inversa x_j^k. Deci:

$$\sum_{Rx_j^k} y_i = \sum_{l=1}^{M} \left[10^{l-1} \left(\sum_{s=1}^{9} (s \cdot \mathrm{NR}\ (x_j^k \cdot y_l^s) \right) \right] \quad (8)$$

unde evident $x_j^k \cdot y_l^s$ este produsul logic „ȘI" între vectorii de biți respectivi. Cu rezultatul (8) întorcîndu-ne în (3) avem:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i y_i = \sum_{j=1}^{M}\left[10^{j-1}\left(\sum_{k=1}^{9}\left(k \cdot \left(\sum_{l=1}^{M} 10^{l-1}\left(\sum_{s=1}^{9}\left(s \cdot \mathrm{NR}\ (x_j^k y_l^s)\right)\right)\right)\right)\right)\right]. \qquad (9)$$

Expresia (9) reprezintă forma implementabilă a algoritmului PRODUSUL RAPID.

Pentru a micșora numărul de accese, în memoria internă se aduc toate inversele SA-V corespunzătoare unei cifre (adică nouă inverse) și se efectuează asupra acestora toate combinațiile l, s. Numărul de accese este similar cu cel de la suma rapidă, iar răspunsul la un PRODUS RAPID este realizabil într-un interval de secunde.

De notat că pentru calculul rapid al operațiilor „ȘI" precum și a numărării biților 1 sînt necesare programe eficiente în limbajul ASSEMBLER. Însă este OPTIMA, introducerea hardware a instrucțiunii NR. și SI · OR lungi.

4. PATRATE-RAPIDE. Algoritmul PRODUSUL RAPID se poate aplica și în cazul $x_i = y_i$ și avem Σx_i^2; de această dată este suficientă aducerea în memoria internă doar a inverselor corespunzătoare unei cifre. În plus, anumite produse logice sînt superflue

$$x_l^j \cdot x_l^k = 0 \text{ pentru } j = k.$$

5. MEDIA RAPIDĂ rezultă ușor din suma rapidă.

6. DISPERSIA RAPIDĂ este și ea posibilă prin existența produsului, pătratelor, mediilor.

7. CORELAȚIA RAPIDĂ se obține analog.

În încheiere vom sublinia, încă o dată, generalitatea algoritmului PRODUSUL RAPID, ca suport pentru obținerea algoritmilor de calcul într-o bază de date statistice, din algoritm rezultînd ușor pătrate rapide, totaluri, medii, dispersii, corelații ș.a.

BIBLIOGRAFIE

1. DIACONESCU G.: *Proiectarea unei baze de date statistice*. Teză de doctorat. A.S.E., București, 1976.
2. DIACONESCU G., MAGDA M., VLĂDUȚ T.: *Limbaj de regăsire și calcul într-o bază de date statistice*. Sesiunea științifică „Informatica în cincinalul revoluției tehnico-științifice". I.C.I., București, 1979.
3. DIACONESCU G.: *Algoritmul SA-V pentru regăsire după intervale valorice*. Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 1, 1975, București.
4. DIACONESCU G.: *Principii de organizare a unei baze de date statistice*. Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 1, 1976, București.

18.12.1979

AL. ISAIC-MANIU
Catedra de statistică — A.S.E.
V. GH. VODĂ
Centrul de statistică matematică — I.N.M.

Asupra unei repartiții statistice unidimensionale cu aplicații în fiabilitate

În lucrare se studiază variabila aleatoare unidimensională cu densitatea $f(x;\theta) = \theta^2 \cdot x \cdot \exp(-\theta x)$, $x \geq 0$, $\theta > 0$ *(din familia Gamma) care prezintă proprietatea că are coeficientul de variație constant. Se construiesc diferiți estimatori pentru parametrul* θ *și se verifică de asemenea o ipoteză statistică asupra duratei medii de funcționare, în cazul modelului respectiv. Puterea testului astfel construit este tabelată. Lucrarea este însoțită de un exemplu numeric.*

1. INTRODUCERE

Mulțimea repartițiilor statistice unidimensionale este foarte bogată în ceea ce privește relațiile care există între diferiți indicatori statistici ai acestora. Un caz clasic îl reprezintă repartiția exponențială

$$X_e : F(x;\ \lambda) = 1 - \exp\ (-x/\lambda) \qquad x \geq 0,\ \lambda > 0 \tag{1}$$

pentru care se știe că

$$E(X) = \sqrt{\mathrm{Var}\ (X)} = \lambda. \tag{2}$$

De asemenea, un alt caz interesant, dar mai puțin întîlnit în practica statistică, este acela pentru care media teoretică să fie egală cu dispersia teoretică. O astfel de repartiție este de exemplu:

$$X_{IS} : f(x;\ t) = \frac{t}{\sqrt{2\pi x^3}} \exp\left\{-\frac{1}{2x}(x-t)^2\right\},\quad x > 0,\quad t > 0 \tag{3}$$

studiată mai în detaliu în [5].

În lucrarea de față se consideră repartiția:

$$X : F(x;\theta) = 1 - (1 + \theta x)\exp(-\theta x), \quad x \geqslant 0, \quad \theta > 0 \tag{4}$$

pentru care, nu este greu de văzut că

$$E(X) = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\mathrm{Var}\ (X)}\left(= \frac{2}{\theta^2}\right) \tag{5}$$

deoarece

$$E(X^{k-1}) = \frac{\Gamma(k+1)}{\theta^{k-1}} \tag{6}$$

și deci

$$E(X) = \frac{2}{\theta}, \text{ iar } E(X^2) = \frac{6}{\theta^2}\cdot \tag{7}$$

Așadar, repartiția definită de (4) prezintă particularitatea de a avea coeficientul de variație constant și cunoscut. Să mai facem observația că dacă Y este o variabilă de tip GRV (vezi [6]) atunci Y^δ are densitatea

$$Y^\delta : f_{Y^\delta}(y;\theta,k) = \frac{2\cdot\theta^{k+1}}{|\delta|\cdot\Gamma(k+1)}\, x^{\frac{2}{\delta}(k+1)-1}\, e^{-\theta^{2/\delta}x}, \quad \begin{matrix}\theta > 0\\ x \geqslant 0\\ k > -1\\ \delta \in R\end{matrix} \tag{8}$$

și atunci (9) — vezi paragraful 2 — se obține ca un caz particular pentru $\delta = 2$, $k = 1$. Aceasta dovedește că de fapt X definită de (9) este un caz particular al repartiției Gamma. Studiul ei este interesant deoarece este în primul rînd mai tratabilă din punct de vedere calculatoriu (nu intervine funcția Gamma incompletă) și în afară de aceasta pune în evidență unele rezultate noi.

2. CÎTEVA PROPRIETĂȚI ALE VARIABILEI X

Densitatea de probabilitate a variabilei studiate este:

$$X : f(x;\ \theta) = \theta^2 \cdot x \exp\{-\theta x\}, \quad x \geqslant 0,\ \theta > 0, \tag{9}$$

iar funcția de siguranță este:

$$R(x;\ \theta) = 1 - F(x;\ \theta) = (1 + \theta x)\ \exp\{-\theta x\},\ x \geqslant 0,\ \theta > 0, \tag{10}$$

în timp ce rata defectărilor este dată de:

$$z(x;\ \theta) = \frac{f(x;\theta)}{1 - F(x;\theta)} = \theta\left(1 - \frac{1}{1+\theta x}\right), \quad x \geqslant 0,\ \theta > 0 \tag{11}$$

așadar, variabila X este de tipul IFR (Increasing Failure Rate).

Variabila X este unimodală, asimetrică, moda fiind dată de ecuația:

$$f'(x\,;\,\theta) = 0 \text{ cu soluția } X_{mo} = \frac{1}{\theta}\cdot \tag{12}$$

Așadar inversul parametrului are semnificația valorii modale. Se observă deci că:

$$X_{mo} = \frac{1}{2}\,E(X) \tag{13}$$

și prin urmare, estimarea modei în acest caz simplu se face prin statistica:

$$\widehat{X}_{mo} = \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n} x_i \tag{14}$$

unde $x_1, x_2, \ldots, x_n$ este un eșantion aleator extras din populația respectivă. Efectuînd transformarea:

$$Y = \frac{X - E(X)}{\sqrt{\text{Var}\,(X)}} \quad ([3]) \tag{15}$$

adică $X = \frac{2}{\theta}(1 + Y)$ obținem densitatea standardizată:

$$X_{st}: f(y) = 4\,(1 + y)e^{-2(1+y)}, \quad y \geqslant 0. \tag{16}$$

Funcția generatoare de momente este:

$$G(t) = E(e^{tx}) = \theta^2 \int_0^{\infty} xe^{-(\theta - t)x}\,dx = \frac{\theta^2}{(\theta^2 - t)^2} = (1 - \theta^{-1}\,t)^{-2}. \tag{17}$$

Funcția caracteristică are expresia:

$$\varphi(t) = E(e^{itx}) = \theta^2 \int_0^{\infty} xe^{-(\theta - it)x}\,dx = \frac{\theta^2}{(\theta^2 - it)^2} = (1 - i\theta^{-1} \cdot t)^{-2}. \tag{18}$$

Mediana repartiției o vom găsi din ecuația:

$$F(X_{me};\ \theta) = 1/2 \quad ([2]) \tag{19}$$

care conduce la ecuația transcendentă:

$$\theta X_{me} = \ln\ 2 + \ln\ (1 + \theta X_{me}). \tag{20}$$

Oprindu-ne la primii doi termeni din dezvoltarea în serie a lui $\ln(1 + \theta X_{me})$ vom găsi următoarea aproximație a medianei:

$$X_{me} \approx \theta^{-1}\sqrt{\ln\ 2}\,. \tag{21}$$

A. Fie $x_1, x_2, ..., x_n$ un eșantion aleator extras din populația X. Funcția de verosimilitate asociată este:

$$L = \theta^{2n} \prod_{i=1}^{n} x_i \cdot \exp\left\{-\theta \sum_{i=1}^{n} x_i\right\} \tag{22}$$

de unde deducem imediat:

$$\ln L = 2n \cdot \ln \theta + \sum_{i=1}^{n} x_i - \theta \sum_{i=1}^{n} x_i \tag{23}$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta} = \frac{2n}{\hat{\theta}} - \sum_{i=1}^{n} x_i = 0 \tag{24}$$

cu soluția:

$$\left(\hat{\frac{1}{\theta}}\right)_{ML} = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^{n} x_i \cdot \tag{25}$$

Estimatorul de verosimilitate maximă coincide deci cu cel furnizat de metoda momentelor. El este nedeplasat, deoarece

$$E\left(\hat{\frac{1}{\theta}}\right)_{ML} \frac{1}{\theta} \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^{n} E(x_i) = \frac{1}{2n} \cdot n \frac{2}{\theta} = \frac{1}{\theta} \tag{26}$$

și de dispersia minimă:

$$\text{Var}\left[\left(\hat{\frac{1}{\theta}}\right)_{ML}\right] = \frac{1}{4n^2} \sum_{i=1}^{n} \text{Var}\ (x_i) = \frac{1}{4n^2} \cdot n \cdot \frac{2}{\theta^2} = \frac{1}{2n\theta^2} \tag{27}$$

întrucît marginea Rao-Cramer are expresia:

$$B_c = \frac{1}{nE\left[\left(\frac{\partial \ln f}{\partial\left(\frac{1}{\theta}\right)}\right)^2\right]} = \frac{1}{2n\theta^2} \cdot \tag{28}$$

B. Studiem acum cazul unui eșantion cenzurat:

$$x_{(1)} \leqslant x_{(2)} \leqslant ... \leqslant x_{(m)}$$

unde $m < n$. Funcția de verosimilitate este:

$$L_c = [1 - F(x_{(m)}; \theta)]^{n-m} \prod_{i=1}^{m} f(x_{(i)}; \theta) \tag{29}$$

de unde obținem succesiv:

$$\ln L_c = (n-m)\ln\left[1-F(x_{(m)};\theta)\right] + \sum_{i=1}^{m}{}' \ln f(x_{(i)};\theta) \tag{30}$$

$$\frac{\partial \ln L_c}{\partial\theta} = (n-m)\frac{-F'_\theta(x_{(m)};\theta)}{1-F(x_{(m)};\theta)} + \sum_{i=1}^{m}{}' \frac{f'_\theta(x_{(i)};\theta)}{f(x_{(i)};\theta)} =$$

$$= (m-n)\frac{f(x_{(m)};\theta)}{1-F(x_{(m)};\theta)}\cdot\frac{F'_\theta(x_{(m)};\theta)}{f(x_{(m)};\theta)} + \sum_{i=1}^{m}{}' \frac{f'_\theta(x_{(i)};\theta)}{f(x_{(i)};\theta)}. \tag{31}$$

În primul termen al relației (31) apare chiar rata defectărilor calculată în punctul $x_{(m)}$. Avem deci:

$$\frac{\partial \ln L_c}{\partial\theta} = (m-n)z(x_{(m)};\theta)\cdot\frac{F'_\theta(x_{(m)};\theta)}{f(x_{(m)};\theta)} + \sum_{i=1}^{m}{}' \frac{f'_\theta(x_{(i)};\theta)}{f(x_{(i)};\theta)}\cdot \tag{32}$$

Ținînd cont că:

$$F'_\theta(x_{(m)};\theta) = x_{(m)}(1+\theta x_{(m)})^{-\theta x(m)} - x_{(m)}\cdot e^{-\theta\overline{x}(m)} = \theta x_{(m)} e^{-\theta\overline{x}_{(m)}} \tag{33}$$

$$f'_\theta(x_{(i)};\theta) = 2\theta x_{(i)} e^{-\theta x(i)} - \theta^2 x^2_{(i)} e^{-\theta x(i)} = \theta x_{(i)} e^{-\theta\overline{x}_{(i)}}(2-\theta x_{(i)}) \tag{34}$$

obținem:

$$\frac{\partial \ln L_c}{\partial\theta} = (m-n)Z(x_{(m)})\cdot\left(\frac{\hat{1}}{\theta}\right) + \sum_{i=1}^{n}{}' \frac{(2-\hat{\theta}x_{(i)})}{\hat{\theta}} = 0 \tag{35}$$

sau

$$(m-n)z(x_{(m)}) + 2m - \hat{\theta}\sum_{i=1}^{m}{}' x_{(i)} = 0 \tag{36}$$

de unde:

$$\left(\frac{\hat{1}}{\theta}\right) = \frac{\sum_{i=1}^{m}{}' x_{(i)}}{(m-n)z(x_{(m)}) + 2m}. \tag{37}$$

Rata defectărilor se estimează din datele eșantionului prin metodele cunoscute (vezi [1]). Se observă că dacă $m = n$ atunci se obține estimatorul dat la punctul A.

4. VERIFICAREA UNEI IPOTEZE STATISTICE

Ne propunem acum să verificăm ipoteza statistică

$$H_0 : \theta = \theta_0 \text{ cu alternativa } H_1 : \theta = \theta_1 \qquad (\theta_0 < \theta_1)$$

cu ajutorul unei singure probe, folosind testul raportului de verosimilitate. Avem imediat:

$$r(x) = \frac{f(x;\theta_1)}{f(x;\theta_0)} = \left(\frac{\theta_1}{\theta_0}\right)^2 \exp\{-(\theta_1 - \theta_0)x\}, \quad x > 0. \tag{38}$$

Conform lemei Neyman-Pearson (vezi [3]), regiunea critică se determină pentru valorile lui x pentru care $r(x) > K$. Aşadar, regiunea critică W este $W = (0, x_c)$. Fixînd nivelul de semnificaţie al testului — fie el α — determinăm constanta de decizie astfel:

$$\int_0^{x_c} f(x;\theta_0)\,dx = \alpha. \tag{39}$$

Avem deci:

$$1 - (1 + \theta_0 x_c)e^{-\theta_0 x_c} = \alpha \tag{40}$$

care după aproximarea logaritmului natural ne dă:

$$x_c \approx \sqrt{2}\cdot\theta_0^{-1}[-\ln(1-\alpha)]^{1/2}. \tag{41}$$

Comportarea funcţiei $r(x)$ este dată în figura 1:

Decizia se ia în felul următor:

a) dacă $x \geqslant x_c$ atunci se acceptă H_0

b) dacă $x < x_c$ atunci se acceptă H_1.

Puterea testului se determină astfel:

$$\pi(\theta_1) = \int_0^{x_c} f(x;\theta_1)\,dx = 1 - (1 + \theta_1 x_c)\,e^{-\theta_1 x_c} \approx \tag{42}$$

$$\approx 1 - \left\{1 + \sqrt{2}\,\frac{\theta_1}{\theta_0}[-\ln(1-\alpha)]^{1/2}\right\}\cdot\exp\left\{-\sqrt{2}\,\frac{\theta_1}{\theta_0}[-\ln(1-\alpha)]^{1/2}\right\}.$$

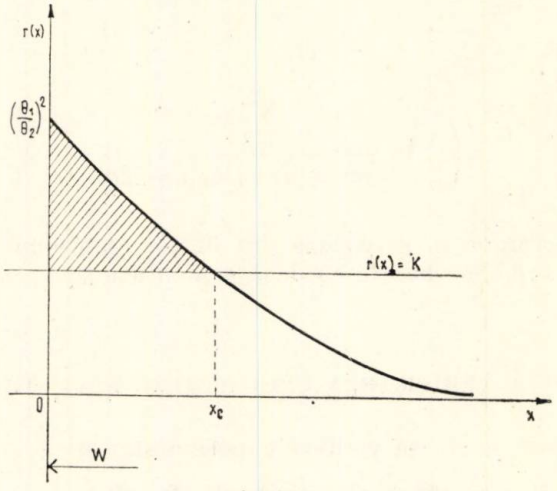


Fig. 1.

Notînd $\delta = \theta_1/\theta_0$ avem în final:

$$\pi(\delta) \approx 1 - [1 + \delta\sqrt{2}(-\ln(1-\alpha))^{1/2}]\exp[-\delta\sqrt{2}\ (-\ln(1-\alpha))^{1/2}]. \tag{43}$$

În tabelul 1 se dau cîteva din valorile calculate ale lui $\pi(\delta)$ pentru riscurile uzuale 0,05 și 0,01 pentru diferiți pași δ.

Tabelul **1**

$\alpha = 0{,}05$		$\alpha = 0{,}01$	
δ	$\pi(\delta)$	δ	$\pi(\delta)$
1	0,04155	1	0,00470
1,10	0,04924	1,10	0,00565
1,20	0,05740	1,20	0,00668
1,30	0,06560	1,30	0,00779
1,40	0,07498	1,40	0,00897
1,50	0,08433	1,50	0,01023
1,60	0,09401	1,60	0,01157
1,70	0,10398	1,70	0,01297
1,80	0,11423	1,80	0,01444
1,90	0,12473	1,90	0,01599
2,00	0,13544	2,00	0,01761
2,10	0,14634	2,25	0,02192
2,20	0,15742	2,50	0,02662
2,30	0,16865	2,75	0,03169
2,40	0,18000	3,00	0,03710
2,50	0,19147	3,25	0,04284
2,60	0,20303	3,50	0,04888
2,70	0,21466	3,75	0,05522
2,80	0,22635	4,00	0,06182
2,90	0,23809	4,50	0,07576
3,00	0,24985	5,00	0,09058
3,50	0,30866	5,50	0,10617
4,00	0,36649	...	...
4,50	0,42234	...	...
5,00	0,47554	...	...
6,00	0,57240	6,00	0,12239
7,00	0,65556	7,00	0,15642
8,00	0,72526	8,00	0,19193
9,00	0,78262	9,00	0,22834
10,00	0,82918	10,00	0,26516
15,00	0,95244	15,00	0,44343
20,00	0,98777	20,00	0,59535
25,00	0,99700	25,00	0,71399
30,00	0,9992877	30,00	0,80197
35,00	0,9998350	35,00	0,86504
40,00	0,9999620	40,00	0,90915
50,00	0,9999980	45,00	0,93946
—	—	50,00	0,95999
—	—	60,00	0,98287
—	—	70,00	0,99282
—	—	80,00	0,997034
—	—	100,00	0,999512
—	—	125,00	0,999950
—	—	150,00	0,999995

Alte proprietăți ale repartiției studiate rezultă bineînțeles din teoria generală a repartiției Gamma; s-au pus însă în evidență aici cîteva proprietăți caracteristice pentru variabila pentru care

$$CV(X) = 1/\sqrt{2}.$$

5. APLICAȚIE

Se consideră produsul „întrerupător K-42" care este supus unor încercări de durabilitate care constau în solicitări la nivelul de 65 acționări pe minut în condiții de mediu normale. Rezultatele încercărilor sînt înscrise în tabelul 2.

În acest caz, media estimată este:

$$\bar{t} = \frac{\Sigma t_i n_i}{\Sigma n_i} = \frac{1965}{91} = 21{,}59$$

iar dispersia estimată are valoarea:

$$s^2 = \frac{\Sigma t_i^2 n_i}{\Sigma n_i} - \left(\frac{\Sigma t_i n_i}{\Sigma n_i}\right)^2 = 62667/91 - (21{,}59)^2 = 222{,}52$$

și deci abaterea standard estimată are valoarea $s = 14{,}917$. Așadar, coeficientul de variație estimat este:

$$\widehat{CV(X)} = \frac{14{,}917}{21{,}59} = 0{,}691$$

valoarea foarte apropiată de $1/\sqrt{2}$ (adică de aproximativ 0,71.)

Tabelul 2

Nr. crt.	$t_i \times 10^3$ (acționări)	$t_i \times 10^3$	n_i (frecvența)
1	0—6	3	8
2	6—12	9	15
3	12—18	15	24
4	18—24	21	18
5	24—30	27	8
6	30—36	33	5
7	36—42	39	—
8	42—48	45	3
9	48—54	51	5
10	54—60	57	3
11	60—66	63	2
Total	—	—	91

Ca un criteriu empiric, putem considera datele obținute ca provenind dintr-o populație caracterizată de repartiția studiată în lucrare.

BIBLIOGRAFIE

1. DRUJININ G. V.: *Siguranța în funcționare a sistemelor* (traducere din limba rusă). Editura tehnică, București, 1968.
2. HAHN G. J., SHAPIRO S.S.: *Statistical Models in Engineering.* John Wiley, New York, 1969.
3. JOHNSON N. L., KOTZ S.: *Distributions in Statistics — Continuous Univariate — 1.* Houghton-Mifflin, Boston, 1970.
4. TREYER V. N.: *Vseobșcie termofluktuaționniie osnovî teorii dolgovecinosti i nadejnosti mașin i priborov.* STAQUAREL'76, tom I, Pp. 261—268 (CVTS Komitet Jakosti a Spolehlivosti), 1976.
5. VODA V. GH.: *A note on the one -parameter inverse Gaussian, distribution.* Revista de Ciencias Matematicas (University Laurentina). Serie A., vol. IV, pp. 47—55, 1973.
6. VODA V. GH.: *Inferential Procedures on a Generalized Rayleigh Variate* (part. I). Aplikace Matematiky (Ceskoclovenska Akadémie Véd.), vol. 21, no. 21, no. 5, p. 395, 1976.

15.05.1979

Dr. ing. GH. BOLDUR
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Analiza complexă a sistemelor — o metodologie întregratoare a disciplinelor managementului științific

Opiniile a numeroși specialiști de prestigiu atestă faptul că disciplinele managementului științific modern, orientate spre modelarea matematică și spre informatică, se află la un moment de răscruce.

În articol sînt trecute în revistă unele puncte de vedere autorizate, privind așa numita „criză" a disciplinelor managementului științific, după care se prezintă principiile analizei complexe a sistemelor și unele scheme de indicații metodologice pentru aplicarea practică a acesteia la managementul științific.

După o perioadă de aproximativ patru decenii de dezvoltare spectaculoasă, marcată în special de apariția și avîntul ciberneticii, informaticii și cercetării operaționale, disciplinele managementului științific par a se găsi, în ultimii 3—4 ani la un punct de cotitură. Numeroase opinii critice emise de specialiști de prestigiu, confirmă existența unei „crize" a orientării matematico-cibernetice, dominantă în ultimele decenii în managementul științific.

Astfel, cunoscutul specialist în modelarea matematică a deciziilor, Prof. B. Roy de la Universitatea din Paris afirmă că cercetarea operațională și calculul economic nu au realizat ceea ce se aștepta de la ele [14], iar creatorul dinamicii industriale, Prof. J. Forrester de la Massachusetts Institute of Technology consideră că efectele practice ale aplicării informaticii în întreprinderi sînt neglijabile [2]. Nu lipsesc nici opiniile „distrugătoare", cum ar fi cea a medicului american John Gall, care într-o carte intitulată: „Sistematica: cum lucrează sistemele și în special cum greșesc acestea", veritabil best-seller al anului 1978 în S.U.A., consideră că sistemele informatice sufocă pur și simplu inițiativa și inteligența umană, ceea ce are efecte imediate precum și de perspectivă, dintre cele mai nefaste, atît asupra întreprinderilor cît și asupra oamenilor înșiși.

Fără îndoială că există și opinii mai moderate sau chiar mai optimiste, cum sînt cele expuse cu prilejul colocviului organizat de AFCET* în iunie 1978, la Cerisy La Salle (Franța),

* *Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique.*

privind „practica cercetării operaționale în întreprinderile de astăzi", unde majoritatea participanților au constatat existența unei „crize" în disciplinele modelării matematice aplicată în întreprinderi, exprimîndu-și totodată părerea că aceasta va fi depășită prin adoptarea unei viziuni sistemice și totodată mai apropiată de nevoile reale ale beneficiarilor [10], [13], [15], [16].

O abordare complexă a acestor probleme, aparține lui Roland Besancet, specialist elvețian în management și informatică, care într-un ciclu de articole remarcabile, apărute în OUTPUT*, nu se mulțumește să constate impasul acestor discipline, ci propune soluții interesante [1]; [2].

R. Besancet întreprinde o analiză a unor întreprinderi cu performanțe slabe precum și a altor întreprinderi, cu performanțe ridicate și deduce atît cauzele rezultatelor nefavorabile obținute de primele cît și de principiile generale ale bunei funcționări a întreprinderilor eficiente.

R. Besancet constată că metodele și tehnicile informaticii, nu sînt suficiente pentru ca o întreprindere să funcționeze eficient. El este de părere că obținerea unor rezultate bune, este condiționată în primul rînd de asimilarea metodelor moderne de management de către conducerea întreprinderii. Printre aceste metode el menționează adoptarea unei viziuni strategice complexe, aplicarea principiilor conducerii prin obiective, realizarea unei organizări deschise, participative și a unor structuri simple și adaptive. În ceea ce privește metodologiile de analiză și proiectare a sistemelor informatice, R. Besancet observă că ele sînt de obicei concepute mai mult ca un instrument de marketing al firmelor producătoare de calculatoare decît ca un mijloc de a rezolva eficient problemele reale ale întreprinderilor.

Idei similare expune și cercetătorul român V.C. Negoiță într-un articol publicat în Revista Economică la începutul anului 1979 [12]. Arătînd că, „problema informaticii este strîns legată de cea a organizării" și că „nu trebuie creat un mit al informaticii". El consideră că „organizarea precede informaticii" și că „informatica slujește organizarea" și susține că „cei ce aplică tehnica de calcul pentru conducerea producției nu pot fi decît cei ce lucrează nemijlocit în producție".

Fără îndoială că opiniile la care ne-am referit mai sus reflectă existența unui moment de răscruce în informatică și cercetare operațională, în general în domeniul managementului științific. Considerăm că este vorba despre o criză de sedimentare a uriașei experiențe teoretice și practice care s-a acumulat în acest domeniu în ultimele decenii. Totodată, credem că trebuie întreprinse eforturi sistematice pentru depășirea acestei crize, pentru sintetizarea a tot ce este valoros în disciplinele managementului științific și pentru închegarea unei teorii integratoare a conducerii. Așa cum am arătat [3], [4], [5], [6], [7], apreciem că rolul de a realiza această sinteză integratoare îi revine analizei sistemice.

1. Principiile Analizei Complexe a Sistemelor (A.C.S.)

P.1. *Viziunea sistemică.* Întreprinderea (organizația social-economică) supusă analizei se consideră ca un sistem complex, care poate fi divizat conceptual, în cursul analizei în subsisteme componente.

P.2. *Prioritatea obiectivelor sistemelor analizate, în declanșarea și desfășurarea A.C.S.* Obiectivele unui sistem sau subsistem reprezintă materializarea sub forma unor indicatori de plan sau a altor parametri propuși a fi atinși, a ideii generale de scop.

În analiza complexă a sistemelor, al cărui rezultat este elaborarea și aplicarea unui *proiect de sistem*, procesul de analiză trebuie astfel condus, încît totalitatea activităților proiectate să fie orientate spre realizarea obiectivelor propuse.

P.3. *Orientarea spre rezolvarea eficientă a problemelor concrete și vitale de organizare și conducere ale întreprinderilor analizate.* Această idee este esențială pentru a asigura că analiza complexă a sistemelor se va canaliza spre obiectivele centrale ale sistemelor studiate și că ea nu va eșua în aplicarea unor tehnici sau metode care tind să devină scop în sine**, sau în abordarea unor probleme uneori spectaculoase dar cu efect minor în ceea ce privește îmbunătățirea organizării și conducerii***

P.4. *Tendința integratoare a A.C.S.* Spre deosebire de abordările unilaterale, propuse de diversele discipline specializate ale managementului științific, în analiza complexă a sisteme-

---

*) *La Revue suisse d'informatique pour le manager et l'informaticien*

**) *Așa cum se întîmplă, uneori, cu aplicațiile informaticii.*

***) *Cum sînt unele aplicații ale informaticii de tipul calculului retribuțiilor, evidențelor contabile etc.*

lor, organizația (problema) analizată va fi privită dintr-o perspectivă globală, sintetizînd multiplele puncte de vedere și procedee ale acestor discipline *.

Urmările acestei abordări vor fi mai mult decît o simplă însumare de procedee și consecințe ale acestora, contribuind la obținerea efectului sinergic, adică rezultatul global va depăși suma rezultatelor parțiale [1].

P.5. *Analiza complexă a sistemelor trebuie concepută ca o activitate permanentă în cadrul întreprinderilor.* Tendința dominantă în aplicarea curentă a metodelor moderne ale managementului științific se caracterizează prin acțiuni izolate și limitate în timp, cu o concentrație uneori deosebită de mijloace și care o dată terminate se întrerup. Astfel, majoritatea metodologiilor de analiză și proiectare a sistemelor informatice recomandă efectuarea unei analize o dată la 5—6 ani într-o întreprindere.

Concepînd analiza complexă sistemică ca o sinteză integratoare a activității de management, practica uzuală menționată mai sus trebuie părăsită pentru a fi înlocuită cu o organizare a desfășurării permanente a activității A.C.S. [1].

Întrucît A.C.S. înseamnă în primul rînd management, deci organizare, este firesc să se conceapă organizarea activității unei întreprinderi, ca o activitate permanentă și nu ca o suită de acțiuni intermitente.

P.6. *Analiza complexă a sistemelor trebuie inițiată și coordonată de organele de conducere ale întreprinderilor.* După cum observă R. Besancet, C.V. Negoiță și mulți alți specialiști, una dintre principalele cauze ale nereușitelor parțiale sau totale înregistrate de informatică și alte metode ale managementului științific, constă în caracterul exterior (față de întreprindere), a soluțiilor propuse.

Quasi-unanimitatea specialiștilor sînt de acord ca atît timp cît managementul modern nu va deveni o preocupare principală în interiorul întreprinderilor și în primul rînd din partea conducătorilor acestora, perspectivele de succes vor continua să fie, ca și pînă acum, neglijabile.

P.7. *Suplețea metodologiei A.C.S. și a soluțiilor adoptate.* În efortul lor de exactitate și rigurozitate științifică multe din metodele managementului modern tind să devină rigide, atît ca mod de lucru, cît și ca specific al soluțiilor pe care le propun. Urmarea acestei tendințe este diminuarea sau chiar dispariția inițiativei indivizilor, preocupată de a respecta riguros prevederile soluțiilor ce li se impun. Carența de inițiativă poate determina , la rîndul ei, grave perturbări în funcționarea mecanismului informațional-decizional: este de exemplu suficient, să apară o situație neprevăzută sau o defecțiune de hardware, ca să se producă blocarea parțială sau totală a sistemului.

Suplețea trebuie să fie o caracteristică generală a soluțiilor elaborate de A.C.S., acestea trebuind să prevadă „proceduri de rezervă" care să permită readaptarea rapidă la metode informațional-decizionale clasice, neautomatizate, evitîndu-se în felul acesta adevărate prăbușiri organizatorice.

Suplețea soluțiilor depinde în mare măsură de însăși suplețea metodologiei de analiză complexă a sistemelor.

Ne referim la faptul că tendința de algoritmizare riguroasă a „pașilor" metodologiei nu trebuie să blocheze funcționarea experienței și inteligenței profesionale a analiștilor, care pot și chiar trebuie să se abată de la regulile prescrise atunci cînd rezultatul pe care îl obțin contravine experienței și bunului simț.

P.8. *Soluțiile propuse de A.C.S. trebuie să contribuie la o organizare deschisă, participativă.* Această idee se leagă direct cu cele arătate la P.7. Utilizarea eficientă a inteligenței și talentului creator al oamenilor muncii dintr-o întreprindere, reprezintă punerea în valoare a uneia dintre cele mai importante resurse ale întreprinderii [1]. Analiza complexă a sistemelor trebuie să propună soluții care valorifică această resursă prin folosirea tuturor procedeelor care contribuie la o organizare deschisă, participativă.

P.9. *Analiza complexă a sistemelor trebuie să prevadă eficient acțiuni de școlarizare și reciclare a specialiștilor și în primul rînd a celor care dețin funcții decizionale-cheie.* Pentru a putea pune în practică eficient principiul conducerii întregii activități de analiză și organizare „din interiorul" sistemului (vezi P.6.), trebuie să avem garanția că specialiștii din întreprindere dispun de competența necesară acestei acțiuni pe care am arătat că o considerăm continuă.

---

*) *Chiar în stadiul actual de dezvoltare independentă a acestor discipline există numeroase puncte de convergență între ele cum ar fi ideile și tehnicile comune din teoria generală a sistemelor, dinamica industrială, analiza sistemelor informatice, cercetarea operațională, psihologia organizării, conducerea prin obiective etc.*

Asigurarea competenței nu poate veni decît în urma unui efort susținut de școlarizare și reciclare a specialiștilor întreprinderii și în primul rînd a cadrelor de conducere care dețin funcțiile-decizionale cele mai importante [1].

Forma și conținutul activităților de școlarizare și reciclare trebuie prevăzute în proiectul de sistem în mod diferențiat în funcție de profilul, dimensiunea și caracteristicile întreprinderii precum și în funcție de poziția actuală și în perspectivă a cadrelor care se școlarizează.

Structura generală a programelor de școlarizare și reciclare trebuie să fie orientată cu predilecție spre metodele managementului științific (dinamică industrială, cercetare operațională, informatică, psihologia organizării), fără a lăsa la o parte nici principiile și metodele managementului clasic. Un loc aparte în aceste programe trebuie asigurat predării analizei complexe a sistemelor, ca disciplină de sinteză și limbaj comun pentru toți participanții la efortul permanent de organizare a întreprinderii.

P.10. *Abordarea în profunzime a mecanismelor și proceselor decizionale din sistemele analizate.* Cu toată multitudinea de metode și tehnici care studiază și propun soluții, din diverse puncte de vedere, pentru îmbunătățirea proceselor decizionale, în practica actuală a managementului acestea sînt folosite destul de puțin. Semnificative sînt în acest sens soluțiile propuse de metodologiile uzuale de analiză și proiectare a sistemelor informatice, care sub eticheta pretențioasă de „tabele de decizii" sau „noduri decizionale" fac, în realitate, simple comparații sau sortări de numere sau date.

În perspectiva integratoare a A.C.S. un loc de prim ordin revine utilizării efective în proiectele de sistem a disciplinelor decizionale propriu-zise cum ar fi: cercetarea operațională, teoria deciziei, metodele de simulare, dinamica industrială etc. [3], [4], [5], [6], [7].

P.11. *Utilizarea calculatoarelor în însuși procesul de analiză complexă a sistemelor.* În prezent se cunosc mai multe metode de folosire a calculatorului în analiza și proiectarea sistemelor informatice [8]. Caracteristica generală a acestor metode este orientarea lor dominantă spre rezolvarea aspectelor pur informatice din sistem și neglijarea problemelor decizionale și a celorlalte aspecte organizatorice importante.

A.C.S. își propune, în ceea ce privește utilizarea calculatorului în munca de analiză — proiectare propriu-zisă, extinderea folosirii acestuia în toate aspectele de organizare și conducere ce fac obiectul proiectului de sistem și în mod cu totul special în optimizarea proceselor decizionale.

2. Schiță de indicații metodologice pentru aplicarea A.C.S.

Pentru a putea fi aplicate în practica managementului științific, ideile notate mai sus sub forma unor principii generale necesită, fără îndoială, prelucrări și detalieri substanțiale. Conștienți de faptul că o astfel de muncă implică timp și forțe considerabile de cercetare, considerăm totuși util de a face un prim pas în această direcție, prezentînd în continuare o schiță de indicații metodologice pentru aplicarea principiilor A.C.S.

I.1. *Cadrele destinate analizei sistemice în interiorul întreprinderii.* Pentru aplicarea A.C.S. în practică, este necesar, în primul rînd, ca în fiecare organizație economică să existe un cadru de conducere a cărui principală sarcină va fi promovarea permanentă a analizei complexe de sistem. Se înțelege că funcția acestui cadru în schema de organizare depinde de mărimea organizației și de complexitatea ei.

Astfel, pentru o organizație foarte mare și complexă de anvergura unei centrale industriale, a unui combinat, sau a unei mari întreprinderi, este posibil și chiar necesar, ca acest cadru să aibă funcție de director însărcinat exclusiv cu analiza complexă de sistem; în schimb, pentru o întreprindere mai mică sarcina va fi repartizată unui director sau altui cadru de conducere, care mai poate cumula și alte atribuții. Esențial este ca problema aplicării practice a A.C.S. să reprezinte o sarcină principală a unui cadru de conducere investit cu autoritate și răspundere.

În afara acestui cadru, pe care îl vom numi *directorul analizei sistemice*, e necesar ca orice organizație economică să dispună *de un compartiment de analiză complexă de sistem*, încadrat cu specialiști de profil.

I.2. *Școlarizarea cadrelor.* Prima acțiune, pe linia A.C.S., pe care o va iniția directorul analizei sistemice, va fi propria sa școlarizare (reciclare), precum și cea a analiștilor din compartimentul de analiză. Trebuie făcută precizarea că nu e vorba de a transforma acești specialiști în teoreticieni ai analizei complexe de sistem, ci de a-i forma ca practicieni ai acestei discipline complexe, care cunosc în același timp foarte bine problemele reale ale organizației din care fac parte.

Programele de studiu trebuie să cuprindă două categorii de cunoştinţe:

1) Problemele metodologice generale ale A.C.S. ca disciplină care realizează integrarea şi coordonarea metodelor moderne ale managementului;

2) Metodele şi tehnicile aparţinînd diferitelor discipline particulare ale managementului ştiinţific.

Şcolarizarea directorului analizei sistemice şi a celorlalţi analişti va începe cu prima grupă de cunoştinţe*.

În ceea ce priveşte disciplinele şi metodele particulare ale managementului ştiinţific (informatica, cercetarea operaţională, psihologia organizării, conducerea prin obiective etc.), şcolarizarea se va face treptat, prin instituţii specializate sau prin alte forme considerate eficiente**. Credincioşi principiului supleţii A.C.S., considerăm că nu trebuie impuse forme rigide de şcolarizare şi reciclare; este însă necesar ca, directorul analizei sistemice să aibă o viziune clară şi de ansamblu a întregii acţiuni.

I.3. *Planul strategic de aplicare a metodelor A.C.S.* După dobîndirea, de către directorul analizei sistemice şi colaboratorii săi din compartimentul de analiză, a unui nivel de cunoştinţe în domeniul A.C.S. şi în metodele particulare ale managementului ştiinţific, care să le confere încredere în eficacitatea metodelor şi în propriile lor posibilităţi de a le utiliza, ei vor concepe împreună un plan strategic de aplicare a acestor metode în organizaţia din care fac parte, pe o perioadă de 5—10 ani.

Principalele puncte ale acestui plan strategic vor fi:

a) popularizarea şi promovarea metodelor A.C.S. şi a managementului ştiinţific în rîndurile cadrelor şi specialiştilor din întreprinderi, în vederea valorificării potenţialului de inteligenţă existent şi a orientării generale către o conducere deschisă participativă.

b) iniţierea şi apoi desfăşurarea continuă în cadrul organizaţiei, a aplicării practice a metodelor de analiză complexă a sistemelor şi a procedeelor aferente ale managementului ştiinţific.

I.4. *Organizarea A.C.S.* Principalele produse ale managementului ştiinţific sînt decizii şi informaţii, materializate în studii, proiecte, documente, arhive, baze şi bănci de date, mesaje scrise şi verbale. Asigurarea fluxului eficient al deciziilor şi informaţiilor, gestiunea şi conservarea acestora din urmă, implică incontestabil o organizare bine pusă la punct, însoţită de evidenţe riguroase.

Pătrunderea calculatoarelor în managementul modern ne-a obişnuit cu restricţiile severe ale informaticii care impune ordine şi precizie în ceea ce priveşte cantităţile considerabile de date ce se manipulează în diferitele aplicaţii practice dar, în acelaşi timp, a condus la apariţia unor exagerări. Astfel, au apărut metode super-pretenţioase de organizare a activităţii de analiză şi proiectare a sistemelor , zeci de evidenţe, avizări, procese verbale planuri de desfăşurare etc. Să examinăm metodologiile recente de analiză şi proiectare a sistemelor informatice [17], [19], [20] şi vom fi copleşiţi de faptul că cea mai mare parte a textului se ocupă de modul cum trebuie organizată activitatea analiştilor şi evidenţa acesteia şi nu de ce trebuie să ofere utilizatorilor proiectul şi care sînt metodele şi procedeele cele mai eficiente pentru atingerea obiectivelor. Între evidenţă riguroasă şi birocraţie, uneori e doar un pas şi se pare că informatica face acest pas adesea...

Aşa dar, care sînt indicaţiile de urmat, pentru ca analiza complexă a sistemelor să se desfăşoare organizat, cu acte şi evidenţe precise şi utile şi fără a cădea în păcatul birocraţiei?

---

*) *Pe bună dreptate, indicaţia de a începe şcolarizarea cu metodologia A.C.S. generează următoarele întrebări:*

a) Cine va preda această metodologie, care abia acum „se naşte"?

b) Care vor fi manualele, lucrările, în general materialul după care se va studia?

Răspunsul la ambele întrebări este următorul: orice disciplină ştiinţifică cunoaşte un moment de început cînd nu există încă profesori şi nici manuale; profesorii se formează ei înşişi participînd la schimbul de idei fecunde şi de experienţă practică, caracteristice naşterii unei noi discipline. Considerăm că în domeniul managementului ştiinţific modern trăim acum momentul apariţiei analizei complexe sistemice ca disciplină integratoare şi coordonatoare a domeniului. Articolul de faţă care îşi propune să sintetizeze şi să grupeze ideile care există şi se vehiculează printre specialişti de mai mulţi ani poate reprezenta o formă iniţială pentru studierea A.C.S. şi nu ne îndoim că în viitorul imediat numeroase alte lucrări vor dezvolta şi vor detalia aceste idei.

**) *Se pot organiza după înprejurări, cursuri în întreprinderi, specializări în ţară şi străinătate, doctorate etc.*

Este adevărat că rigoarea și meticulozitatea necesară lucrului la calculator implică formulare tipizate și procedee severe de control reciproc între agenții procesului computerizat, care nu vor putea fi evitate. Similar, este necesară o coordonare strictă a muncii programatorilor care execută părți dintr-un mare program sau sistem de programare, de unde și necesitatea evidențelor aferente. Întrucît, însă, informatica nu reprezintă decît o parte din managementul modern, nu trebuie extinse metodele ei super-riguroase de organizare și evidență, la ansamblul activităților A.C.S.

În general, întreg procesul de analiză trebuie „fotografiat", adică trebuie să fie consemnate toate lucrările efectuate de analiști, constituindu-se un „Dosar al analizei", care însă nu va cuprinde decît ceea ce e strict necesar pentru reconstituirea unor etape în vederea unor eventuale refolosiri sau modificări de soluții. Se vor evita scriptele inutile, încasetări în forme rigide, avizările și ședințele inutile.

Produsul muncii analiștilor pentru o anumită etapă sau parte din procesul activității permanente A.C.S., se va materializa într-un *Proiect* care, fără a fi tipizat, trebuie să respecte dezideratele clarității, aplicabilității și bineînțeles, ale eficienței soluției.

I.5. *Analiza generală (de diagnostic)*

I.5.1. *Indicații generale.* Analiza complexă de sisteme trebuie desfășurată, după cum am arătat, în mod permanent, într-o organizație social-economică, dar ea nu poate cuprinde, la un moment dat, întreg sistemul acesteia ci doar părți (subsisteme) ale ei. Pe de altă parte însă, este necesară o viziune de ansamblu a sistemului, în perspectiva managementului științific, care să permită totodată stabilirea raporturilor între subsistemele analizate și ansamblul sistemului. Este rolul analizei generale (de diagnostic) să ofere analiștilor această viziune globală. Avînd în vedere că analiștii fac parte din sistem și se presupune că ei cunosc bine problemele acestuia, partea de informare generală asupra organizației analizate trebuie redusă mai mult la o sistematizare a unor elemente în general deja cunoscute*.

I.5.2. *Realizarea automată a definirii subsistemelor aferente unui sistem dat.* La baza acestei activități se va afla experiența existentă, privind definirea subsistemelor**. Va fi necesară o vastă muncă de documentare, cercetare și programare, care depășește evident posibilitățile echipelor de analiză complexă de sistem din întreprinderi, fiind de resortul organizațiilor specializate în elaborarea de software.

Specialiștii în software angajați în această muncă vor identifica și descrie tipologic cu ajutorul unor variabile-criteriu, un număr cît mai mare de organizații social economice pentru care există experiență în analiza de sistem, rezultînd *o Listă tipologică* a organizațiilor (L.T.O.), a cărei elemente, însoțite de caracteristicile (valorile) variabilelor-criteriu, precum și de *Lista subsistemelor aferente (L.S.A)* vor fi introduse în memoria calculatorului.

Analiștii din întreprinderi care doresc să obțină automat definirea subsistemelor aferente sistemului pe care-l analizează vor identifica și vor introduce în calculator doar stările și valorile specifice sistemului a cărui analiză se începe, pentru aceleași variabile-criteriu ca cele două liste L.T.O., după care, prin program, se va obține L.S.A. corespunzătoare.

Variabilele-criteriu care caracterizează tipologic organizațiile social-economice, vor fi astfel alese încît să fie reliefate cele mai importante aspecte care diferențiază aceste organizații între ele*** și în același timp care determină o anumită diviziune a sistemului în subsisteme.

---

*) *Este însă o eroare și se renunță la această operație, deoarece adesea, simpla reordonare a cunoștințelor vechi, poate constitui originea unor idei noi, ingenioase.*

**) *Ne referim la experiența în domeniul analizei și proiectării sistemelor în general, inclusiv a celor informatice.*

***) *Astfel, pentru organizații economice s-ar putea propune între altele, următoarele variabile-criteriu; ramura și subramura organizației economice (de exemplu „construcții de mașini", „agricultura" „comerț exterior", industrie petrochimică etc.); felul producției sau serviciului (de exemplu: „producția de serie mare", „prestări de servicii comerciale", „producția zootehnică"); volumul valoric al producției anuale; numărul tipurilor de produse (servicii) din nomenclator; numărul materiilor prime și materialelor folosite în procesul producției; numărul cadrelor de specialiști cu studii superioare; numărul specialiștilor cu studii medii; numărul muncitorilor calificați; numărul total al personalului;; dacă există centru (oficiu) de calcul; dotarea cu echipament de prelucrare a datelor; dinamica principalilor indicatori în ultimii 5 ani; desfacerea produselor și sarcinile realizate* ș.a.

Se înțelege că în practica aplicării unui astfel de sistem de programe, greu se vor întîlni situații în care, pentru toate variabilele-criteriu, stările și valorile identificate pentru sistemul a cărui analiză se începe, să fie identice cu stările și valorile corespunzătoare unei poziții din lista L.T.D. De aceea programele vor trebui să prevadă procedee de asimilare prin analogie*.

Desigur, vor fi și situații în care nici o asimilare nu va fi posibilă, în care caz sistemul de programe nu va da răspuns problemei, definirea subsistemelor urmînd a se face prin procedee tradiționale.

Lista L.T.O. este o listă deschisă care se va îmbogăți continuu pe măsura lărgirii experienței și documentării privind analiza de sistem.

Trebuie subliniat că procedeul pentru definirea automată a subsistemelor se va utiliza cu respectarea principiului supleței metodologiei A.C.S. și a soluțiilor adoptate, ceea ce înseamnă că lista L.S.A. va fi examinată în spirit critic de analiști, care o pot accepta ca atare sau cu unele modificări, sau, dacă ea contravine experienței și bunului simț, poate fi respinsă, recurgîndu-se în acest caz la metodele obișnuite, neautomatizate.

I.5.3. *Stabilirea automată a priorităților în abordarea de detaliu a analizei complexe, pe subsisteme.* Experiența analizei de sistem și a managementului științific în general, au dovedit că, cel puțin pentru organizații mari și complexe, este practic imposibil să se efectueze analiza și proiectarea sistemului în ansamblul lui ci este necesară abordarea acestei activități și subsisteme, într-o ordine care depinde de anumite criterii de urgență. Întrucît stabilirea acestei ordini este în mare măsură afectată de subiectivism, nu este lipsit de interes să se utilizeze în această problemă experiența existentă în analiza de sistem, utilizîndu-se un program de stabilire automată a priorităților.

Un astfel de program se va sprijini pe datele culese și existente deja în memoria pentru definirea automată a subsistemelor, la care specialiștii în software vor trebui să adauge, în urma unor studii complexe, date privind o serie de variabile—criteriu suplimentare care condiționează prioritățile ** precum și prioritățile propriu-zise asociate elementelor din lista L.S.A.

În felul acesta, analiștii vor putea obține automat, nu numai lista L.S.A. a subsistemelor ci și ordinea în care se va trece la analiza de detaliu a acestora.

În aceeași măsură ca și lista L.S.A. obținută automat, prioritățile elementelor aferente, obținute de asemenea automat, se vor utiliza cu prudență și spirit critic de către analiști, care vor face, la nevoie, modificările pe care propria experiență și situația specifică din întreprindere le impun.

I.6. *Analiza de detaliu și proiectarea complexă a subsistemelor*

I.6.1. *Indicații generale.* Subsistemele unui organism social economic reprezintă entități reale, care sînt în funcțiune în prezent sau vor fi în viitor și care înglobează totalitatea indivizilor, mijloacelor de producție, informațiilor, relațiilor dintre indivizi și a procedeelor de decizie care fac posibilă funcționarea subsistemului în mod coerent, orientat spre realizarea anumitor obiective.

Proiectul unui subsistem reprezintă un model al acestuia din urmă, care trebuie să reflecte mecanismul său informațional-decizional, conceput într-o funcționare cît mai eficientă.

Pentru realizarea analizei de detaliu și proiectului propriu-zis sînt necesare cîteva precizări privind conceptele care vor fi utilizate ***.

Obiectivele unui subsistem reprezintă elemente centrale ale acestuia, către care trebuie să se orienteze cu precădere întreaga muncă de analiză și proiectare (vezi principiul P.2.).

Definirea obiectivelor unui subsistem, modul cum se leagă acestea cu obiectivele sistemului în ansamblu și cu alte obiective și subobiective de diferite niveluri, stabilirea legăturii între

---

*) *În acest scop se pot utiliza metodele de cuantificare a analogiei propuse în* [4], pp. 61—66.

**) *Cîteva variabile-criteriu suplimentare, care condiționează alegerea anumitor priorități în analiza subsistemelor, ar putea fi: punctele „tari" ale organizației" (de exemplu: productivitatea ridicată, beneficii considerabile, calitatea cadrelor); punctele „slabe" ale organizației (de exemplu: nerealizarea investițiilor planificate, lipsa pregătirii în domeniul metodelor moderne de management, unele defecțiuni în calitatea produselor); compartimente (activități) care se remarcă prin rezultate bune; compartimente (activități) cu rezultate nesatisfăcătoare etc.*

***) *Realitatea unui subsistem existent sau proiectat este unică, dar reprezentarea sa prin modele poate fi realizată în mai multe moduri, în funcție de conceptele cu care se operează în procesul modelării.*

obiective şi activităţile informaţional-decizionale din sistem, în general operarea în universul complex al obiectivelor reprezintă probleme de mare complexitate şi în acelaş timp, de primă importanţă în analiza complexă a sistemelor *.

Fără a ne opri la aspectele teoretice privind obiectivele de care ne-am ocupat cu alt prilej [4], [5], [6], în cele ce urmează vom nota cîteva aspecte operaţionale privind operarea cu obiective în etapa analizei de detaliu şi proiectării complexe în cadrul A.C.S.

Există o foarte mare diversitate de posibilităţi de a formula obiectivele unui sistem sau subsistem, de la formulări generale, calitative, de tipul: „corelarea judicioasă a indicatorilor de plan cu capacităţile de producţie" [17], pînă la formulări cantitative, precise, sub forma unor indicatori propuşi pentru volumul producţiei, productivitatea, beneficiul etc.

Este evident că în analiza complexă de sistem se vor prefera formulări cantitative, deoarece cele calitative sînt susceptibile de interpretări diferite şi chiar de confuzii.

În formularea obiectivelor unui subsistem va exista întotdeauna o componentă descriptivă, adică se va ţine seama de performanţele existente ale subsistemului, dar, în acelaşi timp şi o componentă normativă, adică se vor lua în considerare dezideratele privind performanţele viitoare, ţinînd seama însă de posibilităţile reale ale organizaţiei. De regulă, obiectivele unui subsistem rezultă din obiectivele sistemului în ansamblu, iar acestea din urmă, din obiectivele la niveluri superioare.

Activităţile dintr-un subsistem, care am arătat că reprezintă subsisteme elementare, indivizibile, se clasifică în *activităţi de bază* care sînt procese fizice ** realizate de lucrători şi maşini şi în *activităţi informaţional-decizionale* caracterizate prin producere, recepţionare, transport şi stocare de informaţii şi prin procese de decizie.

O importanţă deosebită pentru analiza de detaliu şi proiectarea complexă a subsistemelor o are faptul că realizarea sau nerealizarea obiectivelor acestuia se va decide în activităţile de bază. Astfel, dacă ne referim, de exemplu, la subsistemul producţiei într-o întreprindere industrială, este uşor de observat că obiectivele privind realizarea unor anumiţi indicatori de plan, vor depinde de activităţile de bază care sînt travaliul productiv la diferite maşini, transporturile interne, finisajul şi ambalajul etc.

Avînd în vedere această observaţie echipele de analişti trebuie să fie în permanenţă preocupate de buna desfăşurare a activităţilor de bază. Trebuie amintit însă, că realizarea unor performanţe ridicate în activităţile de bază depinde în primul rînd şi în mod direct, de organizarea tehnică, de specialitate, a proceselor, de bunul mers al procesului tehnologic şi numai după aceea de procesele informaţional-decizionale aferente. În această perspectivă şi avînd în vedere tendinţa integratoare a A.C.S., echipa de analişti va aborda analiza de detaliu şi proiectarea subsistemelor, în colaborare cu specialiştii de tip clasic ai proceselor de bază, fie ei ingineri, tehnologi, sau cu alte profesiuni şi, fără a se substitui acestora, vor încerca să ajute, la depistarea şi remedierea defecţiunilor tehnice, folosind eventual, în acest scop, procedee ale managementului modern cum ar fi: conducerea prin obiective, analiza valorii [18], metoda de analiză Kaprov-Tregoe [11] ş.a.

De abia după rezolvarea acestor probleme, echipa de analişti se va orienta spre problemele informaţional-decizionale din sistem. Privitor la acestea, trebuie amintit că *informaţiile* sînt transportate cu ajutorul diferiţilor purtători tehnici şi sînt prelucrate de *compartimente informaţional-decizionale* (alcătuite din oameni şi echipamente de prelucrare-calcul), care produc la rîndul lor informaţii. Acestea pot ajunge la alte compartimente informaţional-decizionale, pot alimenta activităţi de bază sau pot fi înmagazinate în *stocatoare de informaţii* (documente, arhive, benzi şi discuri magnetice).

Tipurile de legături complexe dintre diferitele activităţi într-un subsistem precum şi cele dintre activităţi şi obiective pot fi exemplificate printr-o schemă (fig. 1).

În această schemă, care reprezintă un graf, s-au figurat printr-un dreptunghi punctat obiectivele, printr-un dreptunghi simplu activităţile informaţional-decizionale şi printr-un drept-

---

*) *În general, metodologiile uzuale de analiză şi proiectare a sistemelor informatice tratează superficial aceste probleme, nedepăşind stadiul generalităţilor care oferă analiştilor foarte puţine elemente operaţionale, concrete.*

**) *Există organizaţii social economice în care nu se realizează activităţi de bază, în sensul definit mai sus, eum ar fi: întreprinderi comerciale, institute de cercetare, proiectare, instituţii bancare etc. În cazul acestora activităţile de bază propriu-zise se realizează în afara lor, ele fiind specializate în activităţi informaţional-decizionale. În astfel de cazuri, pentru desfăşurarea A.C.S. vom căuta care sînt activităţile informaţional-decizionale cele mai legate de activităţile de bază reale din afara sistemului şi le vom trata în procesul de analiză ca pe nişte activităţi de bază.*

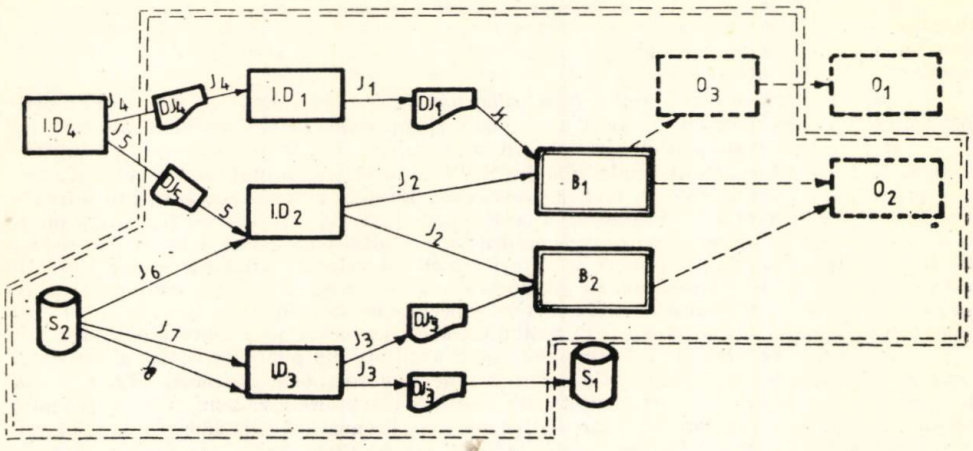


Fig. 1.

tunghi cu conturul dublat activitățile de bază. Vehicularea informațiilor s-a figurat printr-o săgeată simplă dacă informația e orală și printr-o săgeată simplă în care s-a intercalat un simbol specific pentru reprezentarea documentelor, dacă informația circulă în scris. S-au mai reprezentat simboluri pentru stocatoare de informații (S_1 și S_2), fără precizarea naturii stocatorului și printr-o săgeată punctată relația de condiționare dintre activități de bază și obiective.

Frontiera subsistemului este marcată printr-o linie punctată dublată.

Se observă că *intrările* în subsistem pot fi numai informații, iar *ieșirile* din subsistem sînt informații sau relații de condiționare dintre obiective.

În interiorul sistemului există și se intercondiționează obiective, activități de bază, informații, activități informațional-decizionale și stocatori de informații.

I.6.2. *Descrierea mecanismului informațional-decizional existent al subsistemului* *. Toate metodologiile consacrate de analiza și proiectarea sistemelor prevăd o etapă de descriere a situație existente la data analizei, exceptînd metodele de tip „aval-amonte" [4], [5], [7] care preconizează „construirea" sistemului, pe baze raționale, plecînd de la obiective-aval, și mergînd din aproape în aproape pînă la frontierele sistemului.

În metodologia A.C.S. se va adopta, în linii generale, o idee combinată, care constă în descrierea mecanismului informațional al sistemului considerat, după care, în etapa următoare, se trece la proiectarea aval-amonte, utilizîndu-se însă informațiile căpătate în urma descrierii sistemului existent.

Se prevăd două nivele de descriere a mecanismului informațional-decizional existent al subsistemului analizat: nivelul de ansamblu și nivelul de detaliu.

Nivelul de ansamblu constă în culegerea informațiilor privind structura generală, a subsistemului. În acest scop se pot utiliza diferite forme de organisme sau flow-chart indicate de metodologii [3], [7], [17], [19], [20] cu condiția ca acestea să reprezinte toate tipurile de activități precum și legăturile dintre ele (vezi fig. 1).

Nivelul de detaliu implică analiza amănunțită a activităților informațional-decizionale. În acest scop, pentru fiecare astfel de activitate se va întocmi cîte o fișă în care se va descrie mecanismul informațional-decizional, insistîndu-se asupra următoarelor aspecte:

— informațiile de intrare;
— prelucrările de informații;
— procesele decizionale propriu-zise **
— informațiile de ieșire.

---

*) *Această activitate nu se execută cînd A.C.S. se referă la organizații viitoare, neintrate încă în funcțiune.*

**) *Diferența între prelucrările de informație și procesele decizionale propriu-zise, este de natura complexității proceselor: primele sînt activități simple (comparații, sortări, operații aritmetice elementare); celelalte sînt procese de alegere a unei variante din mai multe posibile, ținînd seama de unul sau mai multe criterii, una sau mai multe stări ale naturii etc.*

Înțelegerea mecanismului decizional în detaliu, sesizarea „logicii", utilizate de către decidenți în luarea hotărîrilor, este o caracteristică a metodologiei A.C.S. (vezi principiul P.10), care va fi folosită cu mare eficiență în etapa următoare, de reproiectare, pe bazele metodelor managementului științific, a întregului proces informațional-decizional.

I.6.3. *Proiectarea mecanismului informațional-decizional îmbunătățit.* Se va începe cu definirea obiectivelor subsistemului care se proiectează, ținînd seama de cele arătate la I.6.1.

În ceea ce privește posibilitatea folosirii calculatorului în definirea obiectivelor unui subsistem, apreciem că o metodă similară cu cea utilizată la stabilirea automată a subsistemelor și a priorităților asociate, este de luat în considerare. De data aceasta, specialiștii în software vor trebui să elaboreze o *Listă tipologică a subsistemelor* (L.T.S.), cărora le vor fi asociate variabile-criteriu specifice precum și obiectivele proprii fiecărui subsistem. Aceste date vor fi introduse în memoria calculatorului, împreună cu caracteristicile și valorile variabilelor-criteriu proprii subsistemului în curs de proiectare, iar programele vor oferi *Lista obiectivelor asociate* (L.O.A.). Se înțelege că, de regulă, subsistemul în curs de proiectare nu va fi tipologic identic cu nici unul din elementele listei L.T.S., dar există posibilitatea de a proceda prin asimilare-analogie [4].

Activitățile de bază ale subsistemului vor fi analizate din punct de vedere al eficienței proceselor tehnice de specialitate și din punct de vedere informațional-decizional. Fără a insista prea mult asupra modului în care se efectuează analiza și (re) proiectarea tehnică de specialitate, întrucît aceasta este în primul rînd sarcina tehnologilor iar analiștii îndeplinesc în această privință mai mult rolul de catalizator, vom da indicații mai detaliate asupra (re) proiectării informațional-decizionale.

Fiecare activitate de bază identificată în etapa I.6.2. trebuie să contribuie la realizarea unuia sau mai multor obiective ale subsistemului (vezi fig. 1). Este extrem de important ca analiștii să discearnă cu luciditate în ce măsură acest lucru se realizează și dacă nu cumva există obiective la realizarea cărora nu contribuie nici o activitate din subsistem. Această parte a operațiilor de analiză (re) proiectare se sprijină din păcate numai pe experiența și bunul simț profesional al analiștilor. În limbajul grafului din figura 1, aceasta echivalează cu verificarea faptului dacă nodurile de tip „B" (activități de bază) nu au arce incidente exterior care nu sînt în același timp incidente interior la noduri de tip „O" (obiective). De asemenea, se vor verifica dacă nu cumva există noduri de tip „O" fără arce incidente interior.

Dacă verificarea, din acest punct de vedere, a relației dintre obiective și activitățile de bază conduce la rezultate pozitive , se poate trece la (re) proiectarea, spre amonte a activităților informațional-decizionale. Dacă însă se constată, fie lipsa de legătură spre amonte a unuia sau mai multor obiective, fie lipsa de legătură spre aval a uneia sau mai multor activități de bază, fie ambele situații, este necesară intervenția radicală în succesiunea activităților, fie prin adăugarea uneia sau mai multor activități de bază care să realizeze legăturile la obiectivele fără arce incidente interior, fie prin suprimarea uneia sau mai multor activități de bază care se dovedesc a nu contribui la realizarea nici unui obiectiv, fie ambele intervenții.

O dată depășit acest moment fundamental și de mare dificultate al proiectării subsistemului îmbunătățit, se vor analiza critic informațiile de intrare în activitățile de bază, definitivate la operația precedentă. Pentru fiecare activitate de bază se va analiza dacă intrările informaționale sînt necesare și suficiente. Dacă răspunsul este pozitiv înseamnă că activitatea respectivă de bază este bine alimentată cu informații. În caz contrar este posibil fie ca unele informații să fie inutile, fie ca unele informații necesare să lipsească, fie ambele situații. În asemenea împrejurări, analiștii vor interveni suprimînd și/sau adăugînd informații de intrare, după caz.

Analiza și (re) proiectarea informațional-decizională a subsistemului va continua, pas cu pas, după principiul „aval-amonte" [4], [5], [7].

Se vor examina, în felul acesta toate activitățile subsistemului identificate în etapa I.6.2.

Un loc special îl ocupă activitățile informațional-decizionale pentru care, în afară de analiza și (re) proiectarea intrărilor și ieșirilor informaționale, este necesară aceeași operație pentru procesele de prelucrare a informațiilor și cele decizionale propriu-zise. Importanța acestei operații este deosebită, ea constituind una din caracteristicile esențiale ale metodologiei A.C.S. (vezi principiul P.10). Cum se va realiza această operație? Fără îndoială că experiența, priceperea și cultura profesională a analiștilor este decisivă în îmbunătățirea activităților informațional-decizionale. Îndrăzneala în propunerea unor procedee noi, moderne, trebuie îmbinată cu prudența, și respectul față de experiența practicienilor.

Proiectarea sistemului informațional-decizional îmbunătățit se va concretiza printr-o *schemă de ansamblu* (faza proiect), care poate fi un graf ca cel din figura 1 sau orice tip de organigramă sau flowchart (cu condiția de a pune în evidență toate tipurile de activități și legăturile dintre ele) precum și prin *fișe pe activități* (faza proiect) în care se va descrie structura informațional-decizională de detaliu a activităților. În fișele pe activități se va prezenta întreg meca-

nismul informațional-decizional îmbunătățit, cu specificarea problemelor de decizie și a metodelor utilizate pentru rezolvarea lor, mergîndu-se pînă la precizarea algoritmilor și tehnicilor propuse, a informațiilor necesare (cele de intrare) și a rezultatelor obținute (informațiile de ieșire).

Considerăm că este locul să facem o precizare care va contribui la clasificarea relației între analiza complexă de sistem și informatică. Întreg procesul de proiectare informațional-decizională la care ne-am referit mai sus nu detaliază activitățile și operațiile la nivelul informatic. Detalierea aspectelor informatice reprezintă o etapă care urmează abia după ce schema de ansamblu-faza proiect și fișele pe activități-faza proiect s-au terminat. Așa dar, abia acum încep operațiile specifice de care se ocupă în mod uzual metodologiile pentru analiza și proiectarea sistemelor informatice; analiza structurii datelor, proiectarea bazelor și băncilor de date, elaborarea programelor, testarea lor etc. într-un cuvînt proiectul informatic. *Subliniem că tehnicile informaticii își păstrează nealterată individualitatea, dar că, prin înglobarea lor într-o metodologie cu viziune integratoare, de management global, se elimină tendințele exclusiviste, acaparatoare, ale informaticii, care este repusă la locul ei firesc redevenind un mijloc al managementului științific și cu un scop în sine.*

Revenind la tehnicile de re(proiectare) informațional-decizională trebuie să notăm posibilitatea de a folosi calculatorul și în această fază a analizei complexe sistemice.

Ideea este similară cu cea propusă pentru elaborarea automată a subsistemelor și pentru stabilirea priorităților acestora precum și pentru definirea obiectivelor: analiștii în software vor stabili, pe baza unei vaste munci de documentare și sistematizare teoretică *Lista tipologică a metodelor științifice de decizie* (L.T.D.), cu principalele variabile — criterii specifice ale acestora. Analiștii din întreprinderi, vor încerca să caracterizeze procesele decizionale care se desfășoară în subsisteme, cu ajutorul acelorași variabile — criteriu după care cu ajutorul unor procedee de asimilare prin analogie [4], programul de calculator va propune metodei decizionale adecvate problemele de rezolvat. Se înțelege că acceptarea acestor metode și includerea lor în proiect se va face după o atentă analiză critică.

Schemele de ansamblu și fișele pe activități, ambele în faza de proiect, reprezintă incontestabil cvintesența proiectului general A.C.S. Deși ele nu au o structură super-specializată ca proiectul informatic, sînt totuși dificil de descifrat și înțeles de către cadrele de specialiști din organizatia social economică în care s-au elaborat, în special dacă aceștia n-au făcut o reciclare cu profil A.C.S. De aceea este necesar ca ele să fie, în măsura posibilităților explicitate, adică „traduse" în limbaj tehnico-economic uzual.

Va constitui, deci, o sarcină a directorului analizei sistematice și a colaboratorilor săi să întocmească o variantă astfel „popularizată" a proiectului pe care să o multiplice și să o pună la dispoziția oamenilor muncii din întreprindere. Este foarte important ca proiectul să fie cunoscut și înțeles de cît mai mulți specialiști și muncitori calificați, care astfel vor avea sentimentul reconfortant al participării la o acțiune colectivă, evitîndu-se ostilitatea inerentă față de o organizare impusă și neînțeleasă. Mai mult decît atît, existența unei versiuni accesibile a proiectelor A.C.S., va stîrni interesul față de aceste metode și, nu în puține cazuri va conduce la recrutarea de noi analiști.

I.7. *Implementarea proiectelor și utilizarea lor în practică.* Există incontestabil, o problematică importantă privind implementarea proiectelor și utilizarea lor în regim de exploatare, ceea ce a determinat apariția unui mare număr de lucrări sau părți din lucrări, consacrate acestor probleme.

Considerăm că în perspectiva principiilor P.5 (A.C.S. concepută ca o activitate permanentă), P.6. (A.C.S. se inițiază și se conduce din interiorul întreprinderilor) și P.8. (organizare deschisă și participativă), problema implementării proiectelor și utilizarea lor în practică se simplifică considerabil.

Într-adevăr, atunci cînd proiectul este elaborat cu participarea celor care urmează să-l aplice, activități specifice de implementare ca: orientarea și școlarizarea specialiștilor, analiza și decizia privind dotarea cu echipamente de calcul, construcția (amenajarea) centrului de calcul, testarea metodelor propuse și a programelor de calculator, verificarea performanțelor și eficienței soluțiilor, se rezolvă aproape de la sine fără măsuri și precauții speciale.

La fel se întîmplă și cu operațiile specifice utilizării proiectelor în regim de exploatare; controlul rezultatelor, menținerea parametrilor proiectați și perfecționarea pe parcurs a sistemelor proiectate.

Ne referim, de fapt la un proces de contopire, între analiza-proiectarea A.C.S. propriu zisă şi activităţile de implementare-exploatare care confirmă principiul P.4.: tendinţa integratoare a A.C.S.

* * *

Este prematur să încercăm desprinderea unor concluzii din prezentarea unor principii generale şi a unei schiţe de metodologii pentru ceea ce am numit Analiza complexă sistemică.

Conştienţi de faptul că am realizat numai un modest pas de început, exprimăm speranţa şi convingerea că vor urma alţi paşi mai semnificativi, în direcţia integrării disciplinelor moderne ale managementului.

3. BIBLIOGRAFIE

1. BESANCET R: *Stratégies de progrès et structures d'innovation.* În „Output", nr. 8, 9, 10 şi 11, 1978.
2. BESANCET R.: *Systèmes informatiques à l'échelle de l'entreprise.* În: „Output" nr. 10, 1979.
3. BOLDUR GH.: *Procese informaţionale şi de decizie în economie.* Ed. Ştiinţifică, Bucureşti, 1969.
4. BOLDUR GH.: *Fundamentarea complexă a procesului decizional în economie.* Ed. Ştiinţifică, Bucureşti, 1973.
5. BOLDUR GH.: *Analiza şi proiectarea sistemică — procedeul practic în perfecţionarea activităţii social-economice,* Revista Economică, nr. 12, 1974.
6. BOLDUR, GH.: *The Integration of System Analysis into Economic Cybernetics,* Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, nr. 1, 1975.
7. BOLDUR GH.: *L'analyse des systèmes complexes vers une méthodologie d'intégration des disciplines du management scientifique,* Output nr. 7, 8, 9, 1980.
8. COUGER, D., KNAPP, R.: *System Analysis Techniques,* Wiley, N. York, 1974.
9. DELVILLE A.: *L'information dans l'entreprise,* Dunod, Paris, 1969.
10. HEURGON E.: *La Recherche Opérationnelle, en effets.* Colectivul A.F.C.E.T., Cérisy la Salle, iunie, 1978.
11. KEPNER, C., TREGOL, B.: *The rational manager.* Mc Graw-Hill, New York, 1965.
12. NEGOIŢĂ C.V.: *Organizare şi informatică.* Revista Economică nr. 17, 17 aprilie 1979
13. NETTER J.P.: *La Recherche Opérationnelle, pour quoi faire?* Col. A.F.C.E.T., Cerisy La Salle, iunie 1978.
14. ROY B.: *Critique et dépassement de la problématique de l'optimisation.* Cahiers SEMA, nr. 1, 1977.
15. SAKAROVITCH M.: *La Recherche Opérationnelle malgré tout.* Colocviul A.F.C.E.T., Cerisy la Salle, iunie, 1978.
16. THIRIEZ H.: *La Recherche opérationnelle est morte ! Vive la Recherche Opérationnelle !.* Col. A.F.C.E.T., Cerisy la Salle, iunie, 1978.
17. VASILESCU P., DUNCA V.: *Proiectarea sistemelor informatice.* Ed. Tehnică, Bucureşti 1979.
18. VENCU M.: *Analiza valorii.* În: supliment Rev. Economică, nr. 41, 1979.
19. * * *: *Organizing the date processing activity.* Manual, I.B.M., 1973.
20. * * *: *Indicaţii metodologice pentru elaborarea şi avizarea proiectelor de sisteme informatice pentru întreprinderi şi alte unităţi economice,* I.C.I., decembrie 1977.

16.12.1979

INTERFACES BETWEEN COMPUTER SCIENCES AND OPERATIONS RESEARCH

(Interfaţa între ştiinţa calculatoarelor şi cercetările operaţionale)

Ed. J. K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, P. van Ende Boas. Math. Centre tracts 99, Math. Centrum, Amsterdam

Volumul conţine un număr de 8 lucrări prezentate la „Simpozionul dedicat interfeţei ştiinţei calculatoarelor cu cercetările operaţionale, simpozion ţinut la Centrul de matematică din Amsterdam între 7—10 septembrie 1976.

Teoria cercetării operaţionale a fost aplicată datorită existenţei calculatoarelor puternice, iar dezvoltarea teoriei a beneficiat de studiul complexităţii şi de proiectare şi analiza algoritmilor pentru calculatoare. Pe de altă parte proiectarea şi analiza sistemelor de operare au condus la un interes mai accentuat în teoria firelor de aşteptare şi în ordonanţare. Deci calculatoarele rezolvă problemele de cercetări operaţionale şi în acelaşi timp pune problema cercetării operaţionale.

— Influenţa calculatorului asupra complexităţii de calcul (W.I. Saritch).

— Dezvoltarea structurii datelor (Van E. Boas).

— Complexitatea problemelor de optimizare discretă (J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan).

— Cele mai nefavorabile cazuri pentru metode euristice (M.L. Fisher).

— Un algoritm de prevenire a propagării unor maladii cu cost minim (A. Hajnal, L. Lovász).

— Algoritmi aproximativi rapizi pentru probleme de „rucsac" (E.L. Lawler).

— Analiza probabilistică a algoritmilor de partiţionare pentru problema comis voiajorului în plan (K.M. Karp).

— Optimizare şi aproximare în ordonanţare determinstă; Sinteză (R.L. Graham, E.L. Lavler, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan).

Cs. Fabian

Rudolph Lewandowski

LA PREVISION A COURT TERME

(Previziunea pe termen scurt)

Dunod, Paris, 1979

Vasta problematică abordată, paleta largă de metode expuse şi ţinuta ştiinţifică a prezentării fac din lucrarea lui Rudolph Lewandowski, apărută în editura Dunod, un preţios îndrumar pentru cercetătorii din domeniul prognozei.

Înzestrată cu numeroase exemplificări ale metodelor, furnizînd puncte de vedere critice ale autorului şi conţinînd tehnici noi de previziune, lucrarea este utilă atît practicienilor cît şi teoreticienilor care îşi desfăşoară activitatea în acest domeniu.

Modul interesant de prezentare a lucrării facilitează o înţelegere relativ uşoară a diferitelor metode, iar alegerea ingenioasă a exemplelor contribuie la înlăturarea discrepanţelor însuşire-utilizare caracteristice metodelor moderne de investigare a viitorului.

În afara metodelor şi tehnicilor de previziune, pe care le inventariază exhaustiv, lucrarea conţine şi o metodologie completă a activităţii de prognoză, etapizînd demersul necesar explorării evoluţiei viitoare a unui fenomen şi furnizînd criterii de alegere a diferitelor metode, în funcţie de specificitatea domeniului investigat.

Lucrarea este structurată pe 8 capitole, urmate de 6 anexe şi o bogată bibliografie pe domeniu.

În capitolul I, „Introducere în previziunea pe termen scurt" autorul abordează probleme de ordin general: previziunea şi gestiunea dinamică a întreprinderilor, domenii de utilizare a previziunii pe termen scurt, serii cronologice şi interpretarea economică a acestora, metode generale de analiză a seriilor cronologice.

Capitolul II, „Metode de previziune pe termen scurt", debutează cu un „dicţionar" al termenilor folosiţi în previziunea pe termen scurt. În continuare sînt prezentate şi însoţite de puncte de vedere critice ale autorului, metode specifice de previziune pe termen scurt: metoda mediilor mobile, metoda mediilor mobile ponderate, metode de ajustare exponenţială, modele de tip Hold şi Winters, modele aleatoare, modele de tip Box şi Jenkins (ARIMA). De asemenea, sînt prezentate metode de analiză şi previziune a sezonalităţii.

Capitolul III, „Optimizarea dinamică a parametrilor" prezintă următoarele probleme: criterii de alegere a metodelor previzionale-metode de control automat în sistemele de previziune, metode de optimi-

zare a parametrilor (metodele: Dobber de Bruyn, Chow, Trigg şi Leach, Matt). Tot în acest capitol este prezentat un sistem de reglare optimală a parametrilor, sistemul OPS al lui Lewandowski.

În Capitolul IV, „Activitatea de marketing în previziunea pe termen scurt" se prezintă diferite metode şi procedee de analiză previzională pe termen scurt a activităţilor specifice activităţii de marketing.

În Capitolul V, „Cadrul bugetar şi normativ" sînt analizate în detaliu următoarele probleme: noţiunea de normativitate în previziunea pe termen scurt, utilizarea previziunii în reglarea bugetară, procese de sinteză normativă previzională.

Capitolul VI prezintă diferite sisteme integrate de previziune şi aplicaţii ale acestora în cadrul unor firme din Europa.

În Capitolul VII, „Cum organizăm previziunea vînzărilor" sînt prezentate criterii de alegere a sistemelor previzionale pentru vînzări, cadrul organizatoric şi fazele aplicării acestor sisteme previzionale.

Ultimul capitol „Concluzii" prezintă puncte de vedere ale autorului cu privire la stadiul actual şi perspectivele activităţii de previziune pe termen scurt.

Caracterul de monografie al lucrării, prezentarea detaliată, ilustrată şi facilă a diverselor tehnici de previziune pe termen scurt, cadrul metodologic general al activităţii de previziune conturat pe parcursul întregii lucrări sînt calităţi care recomandă cartea tuturor celor interesaţi.

Gh. Ruxandra.

CONTENTS

M. BULGARU, ANA BULGARU
Demosocial Typologies. Standard Stock of Demo-economic Resources 5
C. BILCIU
Information-Processing System for Managing the Activity at a Higher Education Institute 15
M. ALTĂR
An Algorithm for the Solution of the Dynamic Production-Transportation Problem 25
G. THEILER, L. TŐVISSI
Limit Laws for Extremal Values and Certain Problems of Global Statistic Control 39
C. G. APOSTOL
A Language for Description of Economic Indicators 51
D. M. ENACHESCU
Digital Methods in Estimating Spectral Densities 61
CARMEN HARTURALI
An Heuristic Algorithm for Balancing the Assembly Lines .. 73
G. DIACONESCU
Algorithms for Computing in a Statistical Data Base 81
AL. ISAIC MANIU, V. GH. VODA
On the One-dimensional Statistical Distribution with Applications in Fiability 85
GH. BOLDUR
Complex Analysis of Systems- Integrated Methodology of Scientific Management Disciplines 95

Critique and Bibliography

SOMMAIRE

M. BULGARU, ANA BULGARU
Typologies démo-sociales. Stock standard de ressources démo-économiques 5
C. BILCIU
Système informatique pour la direction de l'activité d'un institut d'enseignement supérieur 15
M. ALTAR
Un algorithme pour la résolution des problèmes dynamiques de production-transport 25
G. THEILER, L. TŐVISSI
Lois-limite pour les valeurs extrémales et certaines problèmes de contrôle statistique globale 39
C. G. APOSTOL
Un langage de description des indicateurs économiques 51
D. M. ENACHESCU
Méthodes numériques dans l'estimation de la densité spectrale 61
CARMEN HARTULARI
Un algorithme pour équilibrer les lignes d'assemblage 73
G. DIACONESCU
Algorithmes de calcul dans une base de données statistiques.... 81
AL. ISAIC MANIU V. GH. VODA,
Sur une répartition statistique unidimensionnelle ayant des applications dans la fiabilité 85
GH. BOLDUR
L'analyse complexe des systèmes — une méthodologie d'intégration des disciplines du management scientifique 95

Critique et bibliographie

СОДЕРЖАНИЕ

М. БУЛГАРУ, АНА БУЛГАРУ
Демо-социальная типология. Стандартный запас демо-экономических ресурсов 5

К. БИЛЧУ
Автоматизирования система управления работой высшего учебного заведения 15

М. АЛТЭР
Алгоритм для решения динамической производственной-транспортной задачи 25

Г. ТАИЛЕР Л. ТЁВИШИ,
Законы-лимиты для экстремальных значений и некоторые проблемы глобального статического контроля 39

К. АПОСТОЛ
Язык описания экономических показателей 51

Д. М. ЭНЭКЕСКУ
Числовые методы для оценки спектральной плотности 61

КАРМЕН ХАРТУЛАРИ
Алгоритм для уровневешения сборочных линий 73

Г. ДИАКОНЕСКУ
Расчётные алгоритмы ходной на базе статистических данных 81

А. ИСАИК-МАНИУ, В. Г. ВОДЭ
Об одном одноразмарном статистическом распределении, применяемом к устойчивости 85

Р. БОЛДУР
Комплексный анализ систем-методология, интегрирующая различные дисциплины научного манаджемента 95

Критика и библиография

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ★ DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 1883

1980 DEC 8

Lei 15

F 2992

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREŞTI

STUDII ŞI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ŞI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

4

1980

ANUL XIV

CATEDRA DE CIBERNETICĂ ECONOMICĂ
ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE
BUCUREȘTI

STUDII ȘI CERCETĂRI DE CALCUL ECONOMIC ȘI CIBERNETICĂ ECONOMICĂ

4
Anul XIV

1980
Calea Dorobanților, 15—17
tel. 12.77.08

COLEGIU DE REDACȚIE

Academician prof. Manea Mănescu, ing. Mihail Florescu membru coresp. Acad. R.S.R, prof. Constantin Ionescu, prof. Mihai Drăgănescu, prof. Mircea Petrescu, prof. Eugen Niculescu-Mizil, prof. Mircea Bulgaru, prof. Aristide Halanay, prof. Paul Constantinescu, prof. Edmond Nicolau, conf. dr. Gheorghe Boldur, conf. dr. Eugen Țigănescu, Ilie Șalapa, dr. ing. Marius Guran, dr. Avram Rosen, dr. Vasile Biță, dr. Valeriu Pescaru, dr. Mircea Enache, dr. ing Constantin Bilciu, dr. Moisa Altăr, dr. Vasile Ionescu, Ștefan Mustățea, Radu Homescu, dr. Radu Stroe, Mihai Lutic.

SUMAR

R. STROE

Aspecte privind particularităţile modelării cibernetico-economice în profil teritorial 5

CH. M. AVRĂMIŢĂ, P. FOMIN, I. PĂDUREANU

Un model dinamic privind planificarea structurii efectivelor din cadrul fermelor de ovine 17

CS. FABIAN, M. STOICA

Programare fuzzy în numere întregi 27

FL. BOIAN

O metodă de rezolvare a problemei de transport după criteriul timp 35

ST. MUSTĂTEA

Sistem mixt de stabilire a necesarului 43

E. PECICAN

Un model econometric de prognoză a evoluţiei costurilor de producţie 47

N. CHIRU, ANTONIA CRUSEVON, AL. STROIA

Modelarea procesului tehnologic de fierbere şi cristalizare a zahărului 53

N. MIHĂIŢĂ

Prelucrarea sondajului ca experiment în marketing 67

M. HOROVITZ

Optimizarea repartizării investiţiilor 77

I. RĂVAR

Probleme ale perfecţionării sistemului de indicatori care caracterizează procesele şi fenomenele social-economice 91

H. N. McCARL, GH. M. PREDA, D. DĂIANU

O metodă pentru evaluarea potenţialului de conservare a energiei în industrie 99

R. STROE
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Aspecte privind particularităţile modelării cibernetico-economice în profil teritorial

În lucrare sînt prezentate unele particularităţi ale modelării cibernetico-economice a dezvoltării în profil teritorial în ţara noastră, pornind de la laturile de ordin calitativ ale dezvoltării teritoriului.

Distanţei rectiliniare şi conceptului de centru teritorial de creştere le sînt rezervate un spaţiu amplu în cadrul particularităţilor modelării dezvoltării teritoriale. În context sînt prezentate unele modele de creştere teritorială ce utilizează conceptul de centru teritorial de creştere.

Dezvoltarea economică în profil teritorial constituie o componentă importantă a politicii economice a Partidului Comunist Român, direcţie de bază a edificării societăţii socialiste multilateral dezvoltate cuprinsă în Programul partidului [1]. Permanenţa acestei probleme în planurile de dezvoltare ale României socialiste este o consecinţă a preocupărilor partidului pentru perfecţionarea structurilor teritoriale moştenite din trecut, caracterizate prin disproporţii în amplasarea potenţialului productiv, prin rămînerea în urmă din punctul de vedere al dezvoltării economice şi sociale a unor importante zone ale ţării.

Congresul al XII-lea al partidului a adoptat un amplu program-directivă de dezvoltare economico-socială a României în profil teritorial în perioada 1981—1985, ale cărui orientări şi sarcini de bază exprimă valorificarea deplină a resurselor din fiecare zonă, dezvoltarea armonioasă a ramurilor în cadrul economiei judeţelor, amplasarea judicioasă a obiectivelor economice şi implicit a locurilor de muncă, dezvoltarea mai intensă a agriculturii în toate judeţele, continuarea programelor de amenajare a bazinelor hidrografice, de dezvoltare a fondului forestier şi de protecţie a mediului ambiant [2]. În acest cadru un accent deosebit se pune pe laturile de ordin calitativ

ale dezvoltării în profil teritorial: creşterea mai accentuată a eficienţei activităţii economice prin promovarea fermă a cercetării ştiinţifice, a dezvoltării tehnologice şi introducerii progresului tehnic; creşterea gradului de ocupare a forţei de muncă; continuarea acţiunilor de sistematizare a teritoriului în scopul creării unei reţele moderne de localităţi repartizată echilibrat pe întregul teritoriu; ridicarea nivelului de trai al populaţiei din toate judeţele ţării [2].

Modelarea cibernetico-economică a dezvoltării în profil teritorial are în ţara noastră ca principală particularitate existenţa — în sensul elaborării şi aplicării — a unei strategii unitare şi de lungă perspectivă pentru asigurarea progresului multilateral al tuturor zonelor şi localităţilor. Determinarea traiectoriilor de evoluţie în spaţiul economic naţional necesită tot mai mult astfel de strategii de lungă perspectivă, fundamentarea deciziilor de politică economică inclusiv prin previzionarea dinamicii fenomenelor şi proceselor economice pe baza modelelor cibernetico-economice [3].

O altă particularitate importantă a acestei modelări o constituie faptul că dezvoltarea în profil teritorial este cuprinsă intrinsec în programele naţionale de dezvoltare prin componenta *amplasare.*

Soluţionarea problemelor privind amplasarea sînt abordate în principal prin modele de optim, care au condus — în condiţiile economiei româneşti — la rezultate interesante atît în cadrul modelării cibernetico-economice a dezvoltării de ramură [4], [5] cît şi în cadrul modelării cibernetico-economice a dezvoltării în profil teritorial [6]. Pentru acest din urmă aspect există ca propunere, experimentată în Franţa [7], utilizarea unui indicator de caracterizare a distanţei — „distanţa rectiliniară" (fig. 1) egală cu suma distanţelor pe abscisă şi pe ordonată între două puncte într-un spaţiu bidimensional.

Conform notaţiilor din fig. 1 distanţa rectiliniară între punctele A_1 şi A_2 este

$$D(A_1, A_2) = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|.$$

Considerarea acestui indicator în problemele de optim dă avantajul că mărimea distanţei dintre două puncte să poată fi considerată aceeaşi indiferent de traiectoria aleasă; altfel spus $A_1BCDEFA_2 = A_1GHIJKA_2$ şi egală cu orice traiec-

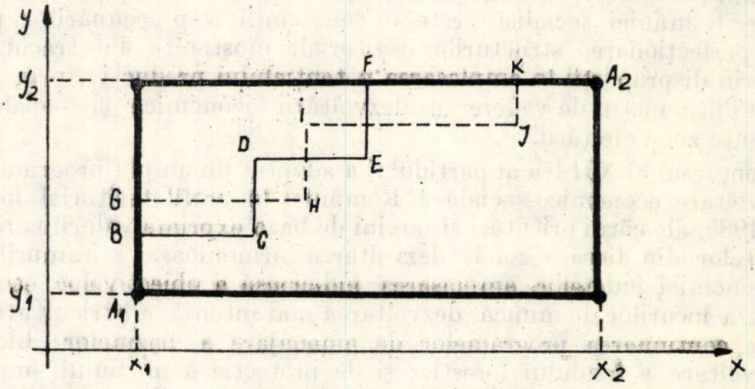


Fig. 1. Distanţa rectiliniară

torie de acest tip aleasă între A_1 și A_2. În soluțiile de optim pentru amplasări de noi obiective, în care se consideră și cheltuielile de transport, aceste cheltuieli se pot stabili pentru fiecare pereche (punct de amplasare + punct de consum) ca o mărime constantă indiferent de ruta urmată între cele două puncte, cu respectarea condițiilor ce rezultă din fig. 1: integrarea strictă a rutei în dreptunghiul generat de cele două puncte (condiție fermă) și realizarea liniarității pe porțiuni a rutei alese (condiție de aproximație [1]).

O altă particularitate importantă a modelării cibernetico-economice a dezvoltării teritoriale o formează luarea în considerare a specificităților regionale, ca și a celor ce exprimă natura și scopul urmărit în soluționarea unei probleme teritoriale. În legătură cu aceasta este absolut necesar ca dezvoltarea regională să fie concepută numai ca parte a dezvoltării naționale, ca componentă a unei politici naționale de dezvoltare teritorială specifică fiecăruie stat, elaborată în mod suveran și independent în conformitate cu interesele națiunii respective.

În literatura de specialitate a căpătat o largă răspîndire în studiul și analiza dezvoltării economico-sociale în profil teritorial conceptul de *centru teritorial de creștere* [2] semnificînd crearea în diferite zone (unități teritorial-administrative, zone istorico-geografice, bazine hidrografice etc.) a unor puncte de acumulare industrială, agricolă ș.a., în general de producție. Aceste centre pot fi organizate pe platforme noi sau pe platforme existente, asigurînd polarizarea producției, a personalului, a investițiilor în scopul dezvoltării treptate a întregii zone, a creării unor noi structuri de producție în profil teritorial, a valorificării mai bune a resurselor din zonă.

În R.P. Bulgaria se urmărește crearea pe baza obiectivă a repartizării forțelor de producție a unor complexe teritoriale de producție, înțelese ta subisteme ale economiei naționale [8]. Repartizarea teritorială a forțelor de producție este concepută ca formă a diviziunii sociale a muncii, iar prin caracterul său primar se apreciază că deține o valoare echivalentă repartizării pe ramuri a forțelor de producție. Sensul ei îl constituie repartizarea relativ egală a forțelor de producție pe teritoriu, tendința dispariției progresive a diferențelor esențiale între complexele teritoriale productive, adîncirea specializării acestora și dezvoltarea lor complexă.

Nivelul dezvoltării este măsurat prin indicatorul spor de venit național, iar măsura gradului de apropiere între unitățile teritorial-productive printr-un indicator ce exprimă per capita gradul de acoperire din veniturile primare a nevoilor de consum:

$$g = \frac{V}{C_m}$$

---

[1]) Condiția trebuie înțeleasă în sensul că dacă porțiunile de rută nu sînt liniare atunci rutele nu mai sînt egale. Autorii arată că în problemele practice abaterile nu influențează semnificativ rezultatele întrucît marja de abatere nu depășește 5—8%.

[2]) Acest concept este întîlnit cu denumiri diferite în literatura economică din diferite țări.

unde:

g reprezintă gradul de acoperire,

V — nivelul veniturilor primare per capita în perioada de plan,

C_m — valoarea nevoilor corespunzătoare de bunuri de consum și servicii de tip m care caracterizează bugetul de consum în diferite raioane.

Sistemul de modele de planificare realizează integrarea modelelor globale de dezvoltare economică cu cele teritoriale (fig. 2).

În R.P. Ungară o caracteristică teritorială a dezvoltării generale a economiei o constituie dezvoltarea centrelor provinciale ca problemă a cărei rezolvare trebuie abordată în perspectiva cîtorva decade [9]. În multe zone (în nord, în centru, în nord-est) dezvoltarea pe scară largă a industriei a fost

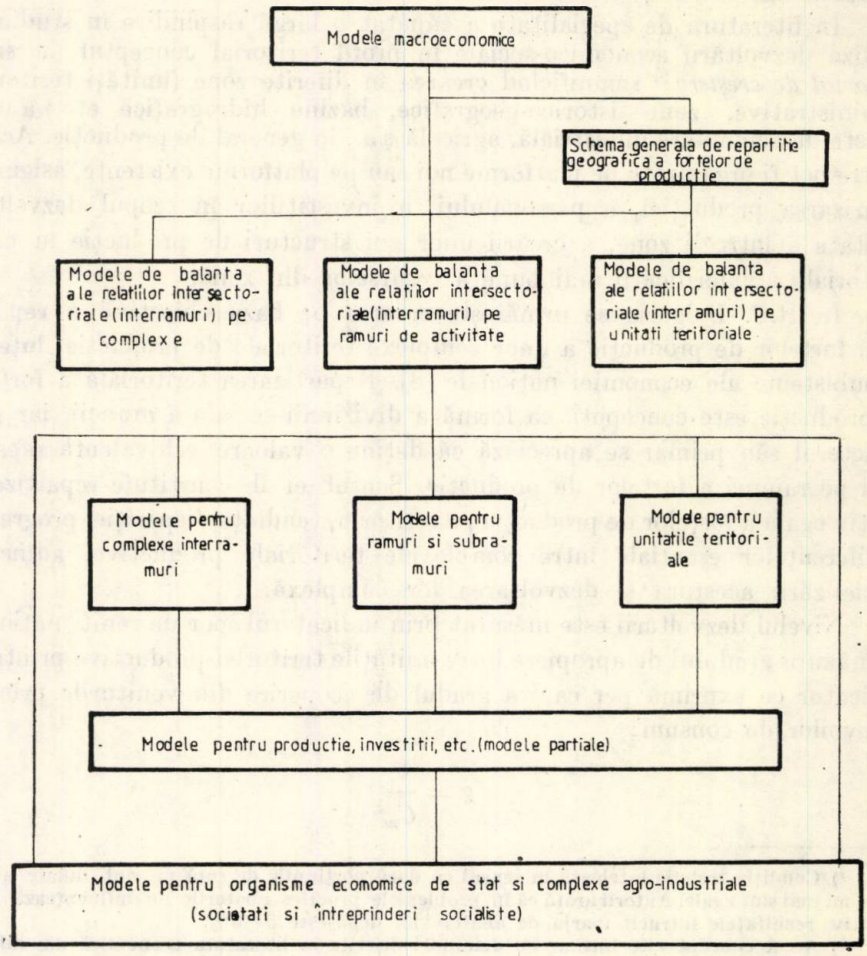

Modele macroeconomice
Schema generala de repartitie geografica a forteloro de productie
Modele de balanta ale relatiilor intersectoriale (interramuri) pe complexe
Modele de balanta ale relatiilor intersectoriale (interramuri) pe ramuri de activitate
Modele de balanta ale relatiilor intersectoriale (interramuri) pe unitati teritoriale
Modele pentru complexe interramuri
Modele pentru ramuri si subramuri
Modele pentru unitatile teritoriale
Modele pentru productie, investitii, etc. (modele partiale)
Modele pentru organisme ecomomice de stat si complexe agro-industriale (societati si întreprinderi socialiste)

Fig. 2. Integrarea modelelor de dezvoltare economică teritorială în modelele globale

realizată pe baza condițiilor naturale și economice favorabile. Centrele industriale au fost treptat transformate în zone industriale asigurîndu-se astfel perfecționarea structurilor socio-economice ale unităților teritorial-administrative. Pentru zonele subdezvoltate industrial orientarea a constituit-o crearea de centre de producție a bunurilor manufacturate și construirea infrastructurii. Ca element specific al politicii economice de dezvoltare în profil teritorial se conturează punerea în valoare, în fiecare zonă, indiferent de gradul dezvoltării ei, a centrelor de recreere și turism prin dezvoltarea celor existente, crearea altora noi și construirea unei infrastructuri speciale de înaltă calitate.

În R.D. Germană specific creșterii economice regionale este formarea zonelor cu mare densitate a producției și a populației [10]. Se apreciază că aglomerarea locală și regională constituie una din principalele probleme ale dezvoltării structurii teritoriale. Zona aglomerată reprezintă o puternică organizare teritorială atît din punctul de vedere al întregii vieți sociale a teritoriului, cît și din punctul de vedere al producției, științei și infrastructurii acestuia. Aglomerarea locală și teritorială a producției, locuitorilor și factorilor de bază ai structurii teritoriale se exprimă în concentrarea pe 10% din suprafața țării a circa 33% din locuitori, a circa 50% din lucrătorii din industrie și a 50% din întreaga producție industrială. Din punctul de vedere al gradului de concentrare se disting trei categorii de zone: nuclee de aglomerări orășenești, cîmp de aglomerări, teritorii aglomerate. Cu toate că procesul aglomerării este estimat a fi atins numai valori medii, se apreciază că deja pot fi evidențiate trăsături structurale specifice pentru zonele aglomerate: concentrarea locală și regională a sistemelor informațional, educațional și de calificare; nivelul înalt de calificare și educațional al populației; concentrarea locală și regională a factorilor și rețelelor structurii bazei materiale; înalta disponibilitate și mobilitate regională a populației producției și serviciilor.

Considerarea factorului de aglomerare urbană sau regională ca factor al dezvoltării în profil teritorial apare și în unele modele cibernetico-economice de dezvoltare regională în Suedia. Astfel, modelul elaborat de facultatea de Economie Politică a Universității din Stockholm [11] definește pentru fiecare regiune o funcție de producție

$$Q_i(t) = R_i \cdot e^{\varepsilon t} \cdot K_i^{\alpha}(t) \cdot L_i^{1-\alpha}(t)$$

și o funcție de aglomerare

$$R_i = A \cdot F_i^{\gamma} \cdot B_i^{\beta}$$

unde:

i	reprezintă	indicele regional,
$Q(t)$	—	producția industrială în anul t,
$K(t)$	—	capitalul în anul t,
$L(t)$	—	forța de muncă în anul t,
R	—	nivelul tehnologic,
F	—	dimensiunea teritorială,
B	—	densitatea populației,
$\alpha, 1-\alpha, \gamma, \beta$	—	elasticitățile factorilor însoțitori,
ε	—	rata creșterii tehnologice.

Conținutul funcției de aglomerare îl reprezintă nivelul tehnologiei, explicat prin factori ce țin de dimensiunea regiunii și de densitatea populației. Se presupune că acest nivel este constant în interiorul unei perioade de plan.

În model sînt cuprinse alături de cele două funcții de mai sus (cea de producție și cea de aglomerare) trei condiții de echilibrare:

a) prima pentru bunuri

$$\sum_i Q_i(t) = \eta K(t) + \Delta K(t) + S(t)$$

unde:

η	reprezintă	coeficientul de uzură a capitalului, coeficient constant în timp,
$\Delta K(t)$	—	creșterea capitalului în anul t,
$S(t)$	—	surplusul de producție în anul t peste mărimea investițiilor brute.

b) a doua pentru capital

$$\sum_i K_i(t) = K(t)$$

c) a treia pentru forța de muncă

$$\sum_i L_i(t) = L(t) = L_0 e^{nt}$$

unde:

L_0	reprezintă	forța de muncă în anul de bază,
n	—	ritmul creșterii forței de muncă.

În Uniunea Sovietică [12] combinarea principiului sectorial cu principiul teritorial este definită drept caracteristică primordială a sistemului de planificare și gestiune. Organele de la nivelurile superioare (primele două niveluri) au funcția de a coordona opțiunile de ramură la nivel național. Organele de la nivelurile inferioare (următoarele două niveluri) sînt financiar autonome și sînt incluse în opțiunile de plan elaborate de nivelurile superioare. Perechile de agenți legate pe verticală sînt numite lanțuri, astfel că se crează un organism de gestiune cu trei lanțuri (fig. 3).

O importantă problemă practică a planificării teritoriale o constituie determinarea amplasării obiectivelor în cadrul complexelor teritoriale de producție, în special a celor noi. Dimensionarea acestor complexe, amplasarea întreprinderilor în interiorul lor sau al unor regiuni, formarea centrelor industriale sînt probleme conexe amplasării complexelor teritoriale de producție. Instrumentele folosite în elaborarea soluțiilor pentru aceste pobleme sînt modelele cibernetico-economice interteritoriale și intersectoriale, de optim dinamic și altele (fig. 4).

În Olanda abordarea problemelor teritoriale se face în strînsă legătură cu ansamblul național, definindu-se așa numitele regiuni economice [13]. Modelarea dezvoltării teritoriale trebuie să răspundă la două probleme: incidența dezvoltării fiecărei regiuni asupra economiei naționale, pe de o parte

și efectele măsurilor de politică economică întreprinse de guvern asupra traiectoriilor de dezvoltare a diferitelor regiuni, pe de altă parte. Modelul olandez RM73 de simulare a dezvoltării teritoriale cuprinde un bloc regional

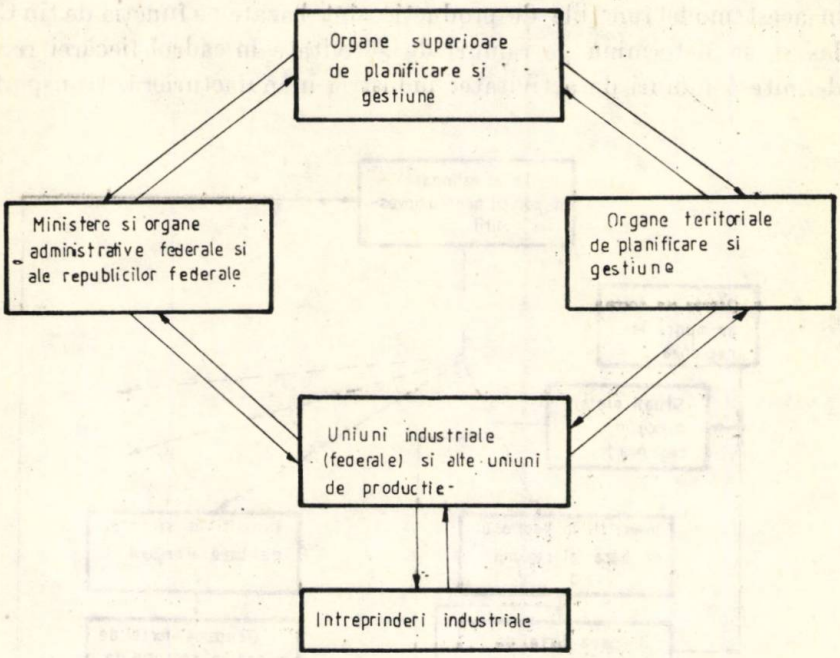

Organe superioare de planificare și gestiune
Ministere și organe administrative federale și ale republicilor federale
Organe teritoriale de planificare și gestiune
Uniuni industriale (federale) și alte uniuni de producție
Intreprinderi industriale

Fig. 3. „Lanțurile de agenți" în sistemul sovietic de planificare și gestiune

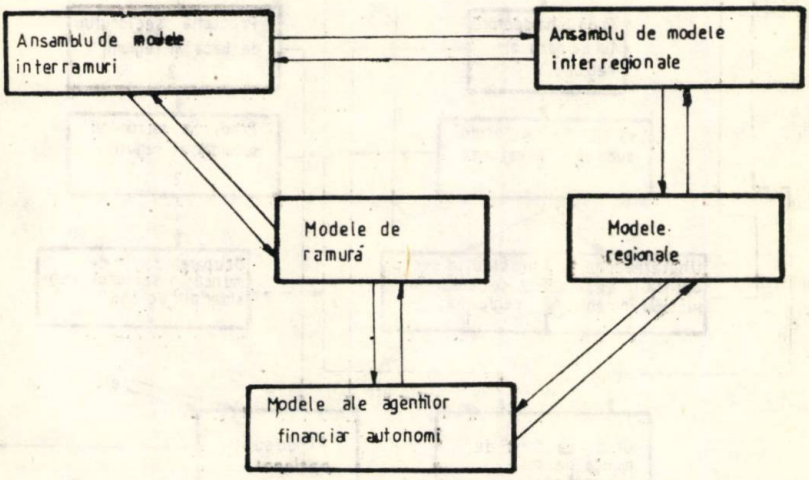


Fig. 4. Sistem de modele pentru soluționarea problemelor dezvoltării economice în profil teritorial

și unul național, legătura dintre ele realizîndu-se prin produsul național și prin folosirea forței de muncă, elementul de feed-bach constituindu-l investițiile. Este de remarcat, ca slăbiciune a modelui, lipsa unor legături directe exprese între regiuni, deci a legăturilor orizontale (fig. 5).

În acest model funcțiile de producție sînt bazate pe funcția de tip Cobb-Douglas și se determină pe ramuri de activitate în cadrul fiecărei regiuni. Sînt definite 4 ramuri de activitate: industria manufacturieră, transporturi,

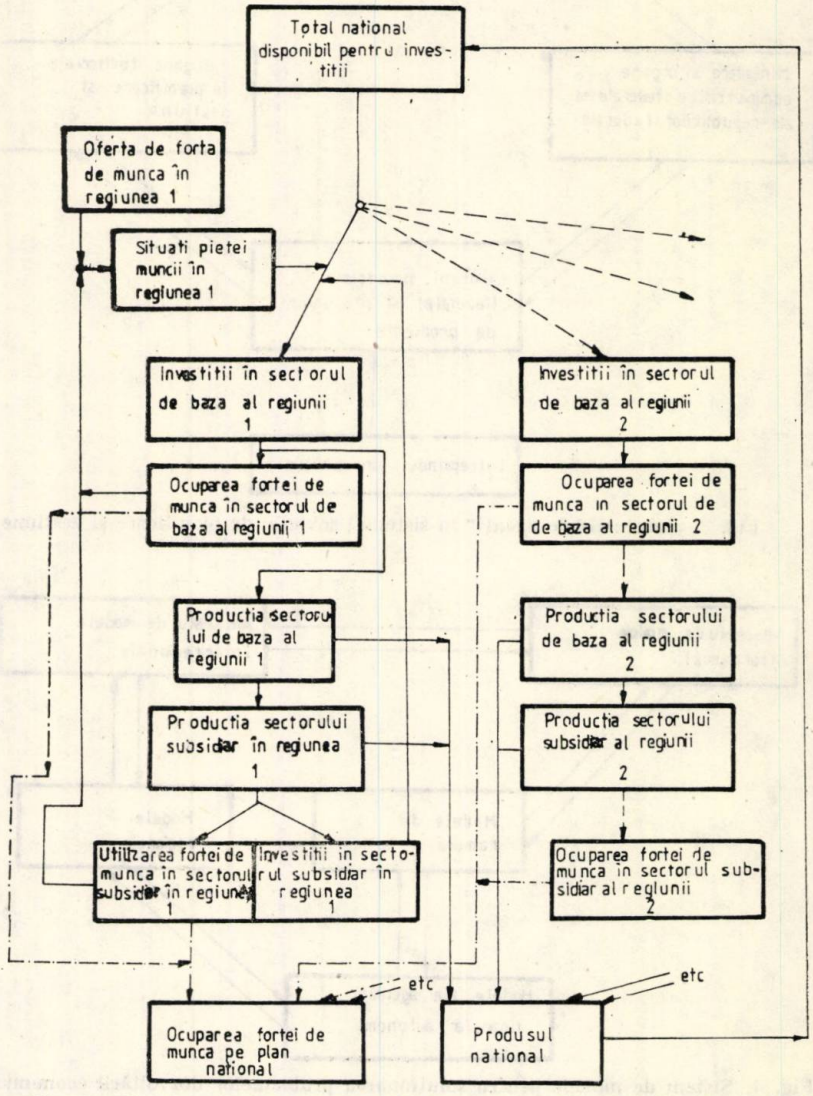

Total national disponibil pentru investitii
Oferta de forta de munca în regiunea 1
Situati pietei muncii în regiunea 1
Investitii în sectorul de baza al regiunii 1
Investitii în sectorul de baza al regiunii 2
Ocuparea fortei de munca în sectorul de baza al regiunii 1
Ocuparea fortei de munca in sectorul de de baza al regiunii 2
Productia sectorului de baza al regiunii 1
Productia sectorului de baza al regiunii 2
Productia sectorului subsidiar în regiunea 1
Productia sectorului subsidiar al regiunii 2
Utilizarea fortei de munca în sectorul subsidiar în regiunea 1
Investitii în sectorul subsidiar în regiunea 1
Ocuparea fortei de munca in sectorul subsidiar al regiunii 2
etc
etc
Ocuparea fortei de munca pe plan national
Produsul national

Fig. 5. Blocul regional al unui model economic multiregional pentru Olanda

alte servicii, construcții și lucrări publice. Pentru industrie funcția de producție este de forma:

$$y^r_{in} = y^r_{in_{-5}} \{1 + \alpha^r_{in} [(1 + \hat{a}^r_{in})^{1/5} - 1] + \beta^r_{in} [(1 + \hat{k}^r_{in})^{1/5} - 1] +$$

$$+ \gamma^r_{in} [(1 + \hat{at})^{1/5} - 1] + \lambda^r_{in} + 0{,}009\, PD^r 1\}$$

unde căciula ($\hat{\lambda}$) semnifică variația relativă a indicatorului în interval de 5 ani, iar celelalte notații reprezintă:

r	—	indice regional,
y_{in}	—	producția industriei manufacturiere în anul de fine de orizont de plan cincinal,
$y_{in_{-5}}$	—	idem în primul an al orizontului de plan cincinal,
$\hat{a}_{in}$	—	gradul de ocupare a forței de muncă în industria manufacturieră,
$\hat{k}_{in}$	—	stocul de capital al industriei manufacturiere
$\hat{at}$	—	timpul de lucru (în ore) în anul de fine de orizont de plan cincinal,
$PD1$	—	densitatea populației,
α	—	elasticitatea producției în raport cu forța de muncă,
β	—	idem cu capitalul,
ν	—	idem cu timpul de lucru,
λ	—	incidența progresului tehnic asupra producției.

În SUA problemele regionale se pun în evidență în legătură cu „zonele de dezvoltare", delimitate mai larg în „districte de dezvoltare economică" în interiorul cărora localizările sînt făcute selectiv sub numele de „centre de dezvoltare economică". Strategia dezvoltării regionale se înglobează astfel în tipul de strategie de dezvoltare polarizată [14].

În modelarea cibernetico-economică a dezvoltării teritoriale în SUA se are în vedere unele caracteristici: gradul ridicat de autonomie financiară a întreprinderilor ca și a organelor locale față de guvernul local și federal (de exemplu, numai 10% din veniturile bugetelor locale sînt îndreptate pentru sprijinirea întreprinderilor); ieșirea din cercul vicios definit de renovarea urbană și emigrarea urbană (urban renewal, blak removal); punerea în valoare a resurselor naturale, incluzînd resursele geografice și calitatea mediului. Astfel, de exemplu, problema resurselor de apă se apreciază că trebuie soluționată într-un cadru pluriregional. În acest context, sistemul resurselor de apă poate fi privit temporal, fizic-hidrologic, politic-geografic și ca scop sau funcționalitate [15]. Modelarea utilizării acestor resurse se face într-o dublă structură ierarhică: a) prima, referitoare la planificarea și conducerea sistemului agriculturii (fig. 6); b) a doua, referitoare la organizarea și conducerea resurselor de apă corelate cu cele privind controlul poluării (fig. 7).

Politica centrelor de creștere este promovată pe scară destul de largă și în economia unor țări ca Franța, Spania, Olanda, Portugalia, Italia în sensul dezvoltării econonice regionale [16]. În principiu, este vorba de aglomerări industriale într-o anumită regiune, caracterizate prin mai multe grupări de industrii și prin caracterul de complexe viabile. Astfel de programe se practică pentru regiunile subdezvoltate economic din țările Pieței Comune

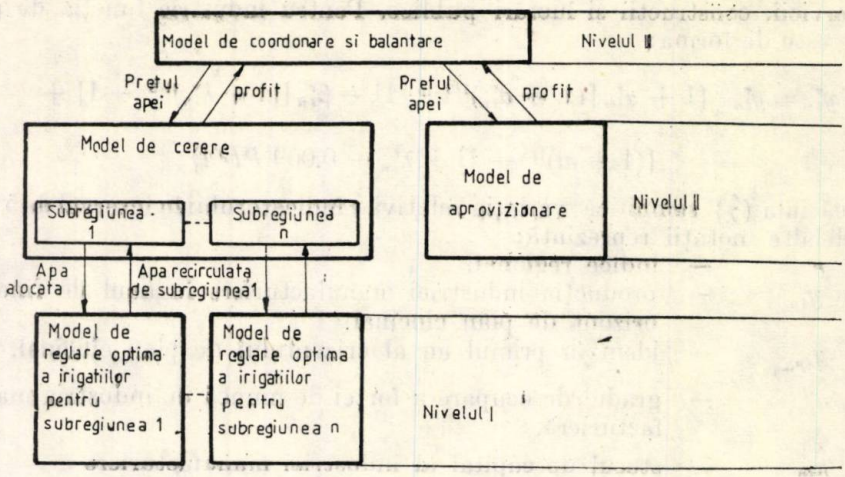


Fig. 6

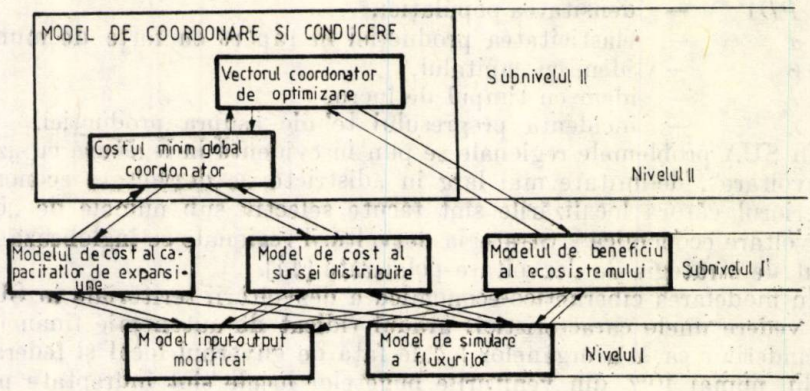


Fig 7.

și sînt date prin volumul total de investiții ce va fi efectuat într-un interval de timp de cel puțin 5—10 ani. Programele sînt guvernamentale și au ca obiectiv creșterea economică eficientă pentru regiunile subdezvoltate sau staționare, scontîndu-se totodată pe efecte dinamice de dezvoltare ulterioară la nivelul întreprinderilor sau al organelor locale.

Modelul cibernetico-economic are ca premiză de bază existența unui număr de n ramuri industriale intercorelate, selectate ca părți ale unui complex regional. Se presupun cunoscute datele referitoare la investiții, producție și forță de muncă, la prețuri și legăturile cu piața externă. Funcțiile de investiții și de forță de muncă sînt date de relațiile:

$$\frac{I_i}{I_0} = \left(\frac{P_i}{P_0}\right)^{\alpha_i} \text{ și } \frac{L_i}{L_0} = \left(\frac{P_i}{P_0}\right)^{\beta_i}$$

unde s-a notat:

I_i — investițiile pentru producție în ramura i,

P_i — producția ramurii i,

L_i — forța de muncă corespunzătoare nivelului P_i al producției în ramura i.

Indicele „0" semnifică nivelul tehnic minim pentru variabila căreia i-a fost atașat, iar α_i și β_i sînt parametrii subunitari pozitivi.

În țara noastră a fost realizată în cadrul Laboratoarelor Catedrei de Cibernetică Economică — A.S.E. București în colaborare cu IPJ Mureș o amplă aplicație la nivelul unei zone geografice — bazinul hidrografic al Mureșului superior — privind dezvoltarea în profil teritorial [17]. În cadrul studiilor întreprinse pentru elaborarea modelelor cibernetico-economice de dezvoltare teritorială [18] și [19] a fost utilizată premiza zonelor de polarizare ca subunități teritoriale distinct definite în cadrul județelor. Aceste zone reprezintă arii geografice incluzînd un centru urban sau rural dezvoltat în jurul căruia gravitează viața economico-socială a împrejurimilor, către care sînt orientate fluxurile de forță de muncă, în care există unele dotări social-culturale și care formează un nod important în rețeaua de căi de comunicație.

Principalele obiective ale cercetării au fost: determinarea prognozelor globale ale indicatorilor sintetici pentru ansamblul bazinului și pentru județe; determinarea dinamicii unor elemente de structură care să evidențieze locul zonelor de polarizare și al județelor în ansamblul bazinului, ca și al unor ramuri sau subramuri ale economiei acestuia în întregul său; elaborarea unor prognoze analitice privind zonele de polarizare.

Definirea zonelor de polarizare a condus la o structură teritorială pe trei nivele: macroeconomie, județ, zonă de polarizare. Corelarea deciziilor privind actualizarea sarcinilor de plan și repartizarea resurselor se desfășoară la două niveluri: macroeconomie — județ; județ — zonă de polarizare; în același timp pentru zonele de polarizare de importanță deosebită se transmit informații (parametri de ieșire) atît la nivelul județ, cît și la nivelul macroeconomie.

BIBLIOGRAFIE

1. * * *: *Programul Partidului Comunist Român de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintare a României spre comunism.* Editura politică, București, 1975, p. 65—71, 85—87.
2. * * *: *Programul — directivă de dezvoltare economico-socială a României în profil teritorial în perioada 1981—1985.* Scînteia, 4 octombrie 1979, nr. 11543, anul XLIX, pag. 1, col. 3—4, pag. 2 col. 1—2.
3. BILCIU C., STROE R.: *Modelarea cibernetico-economică utilizată în prognoză și planificarea macroeconomică.* Revista de statistică, nr. 7, 1979.
4. STROE R., SINGER C. ș.a.: *Model matematic pentru utilizarea fondului de investiții în sectorul îngrășăminte chimice.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 6, 1969.
5. PESCARU V. și colectiv: *Modele pentru optimizarea investițiilor în industria de îngrășăminte chimice.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 2, 1971.
6. HALANAY A., ALTAR M., ARSENE C., STROE R.: *Un model liniar pentru planificarea dezvoltării economice în profil teritorial.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 3, 1975.

7. HURIOT J. M., PERREUR J.: *Modèles de la localisation et de la distance rectilinéaire.* Revue d'Economie Politique, 83, 4, iulie-august, 1973, pag. 640—662.
8. BRADISTILOV D.: *Problemi na teritorialnoto planirane,* Eălgarskata Akademia na Naukite, Sofia, 1972.
9. KORODI J.: *Regional Development Policy and Regional Planning in Hungary,* Salah Salem St. Nasr City, Cairo, 1972.
10. MOHS G.: *Local and Regional Agglomeration as a Problem of Territorial Structure Development in GDR.* Acta geographica Universitatis Comenianae, Slovak Pedagogical Publishers, Bratislava, 1972, pag. 81—90.
11. RESTAD T.: *A Decision Model for Balanced Economic Development in the Swedish Regions.* Factors and conditions of longtherm grows. United Nations, New York, 1974, p. 193—229.
12. AGANBEGHIAN A.G., BAGRINOVSKI K.A., GRANBERG A.G.: *Système de modèles pour la planification territoriale-sectorielle.* Utilisation des système de modèles dans la planification. Nation Unies, New York, 1975, p. 294—306.
13. HAMEL V.A. van, HETSEN H., KOK. J.H.M.: *Un modèle économique multirégional pour les Pays Bas.* Utilisation des système de modèles dans la planification. Nations Unies, New York, 1975, p. 212—267.
14. ROMUS P.: *La politique régionale des Etates Unies d'Amérique.* Recherches économiques de Louvain, 41, 3 septembrie, 1975, p. 295—296.
15. HAIMES Y.Y.: *Hierarchical Modelling of Regional Total Water Resources Systems.* Automatica, 11, 1 ianuarie, 1975, p. 25—36.
16. PAELINCK J.: *Minimal investments program for a growth Center.* Growth Centers in Regional Economic Development, New York, Free Press, 1972, p. 139—159.
17. ALTAR M.: şi colectiv: *Modele economico-matematice de prognoză a dezvoltării economice şi sociale a bazinului Mureşului Superior.* Academia de Studii economice. Laboratoarele Catedrei de cibernetică economică, Bucureşti, 1975—1976.
18. ALTAR M., STROE R.: *Preocupări în modelarea cibernetico-economică a dezvoltării planificate în profil teritorial.* Simpozionul — Sisteme şi modele cibernetico-economice cu participare din R.S.R. şi R.D.G., Bucureşti, mai 1979.
19. ALTAR M., STROE R.: *Coordonate metodologice ale modelării dezvoltării în profil teritorial.* Revista economică, 30, 27 iulie 1979, şi 31, 3 august, 1979

1.03.1980

GH. M. AVRĂMIȚĂ
P. FOMIN
Institutul central pentru conducere și informatică
I. PĂDURARU
Institutul de economie agrară

Un model dinamic privind planificarea structurii efectivelor din cadrul fermelor de ovine

În lucrare este prezentat un model dinamic de populație la o fermă de ovine, privind planificarea structurii efectivelor în scopul maximizării veniturilor (producția de lînă, producția de lapte și creșterea în greutate). În cadrul modelului dinamic au fost surprinse fenomene specifice fermei de ovine, atît în dinamică cît și în restricții Astfel, este surprins în timp și spațiu modul de desfășurare a procesului tehnologic de creștere a ovinelor, evoluția și structura efectivelor, precum și intrările și ieșirile în și din sistem. Modelul dinamic a fost testat pentru o fermă avînd deci un caracter prospectiv.

1. INTRODUCERE

Problema prospectării eficienței economice a procesului tehnologic, la ovine, a fost abordată pe un plan superior și cu tehnici adecvate care să permită abordarea sistemică a fermei, urmărind obținerea unor performanțe optime din punctul de vedere al indicatorilor de producție și economici [1], [4].

În cadrul modelului dinamic [4] au fost surprinse fenomenele specifice fermei de ovine și anume: creșterea la pășune, creșterea în stabulație, pregătirea pentru montă, monta, gestația, nașterile, alăptarea, mulsul și tunsul, precum și corelarea acestor fenomene naturale cu restricții privind stocul de furaje pentru hrană și structura acestuia, rațiile alimentare și structura lor pe cap de ovină, asigurarea cu adăposturi, fonduri bănești pentru cumpărarea de furaje pentru hrană și efective de populație cu calități biologice superioare, suprafața agricolă, suprafața arabilă, proporția berbecilor pepinieri în raport cu numărul de oi în cadrul turmei de bază, producția de lînă

și de lapte planificată și structura efectivului planificat la sfîrșitul orizontului de plan [5].

Astfel, este surprins în timp și spațiu modul de desfășurare a procesului tehnologic de creștere din cadrul fermei de ovine, evoluția și structura efectivelor, precum și intrările și ieșirile în și din sistem (mortalitate, sacrificări de necesitate, nașteri, cumpărări, vînzări, reforme și trecerea de efective dintr-o categorie de vîrstă în alta) [6].

2. PREZENTAREA ȘI DESCRIEREA MATEMATICĂ A UNUI MODEL DINAMIC A PROCESULUI TEHNOLOGIC ÎN CADRUL FERMEI DE OVINE

Modelul matematic elaborat surprinde evoluția în timp și spațiu a efectivelor de ovine, precum și toate relațiile informaționale cu celelalte activități din cadrul fermei [2].

Elementele conducătoare în procesul de populație, specific fermei, sînt: mortalitatea, sacrificările de necesitate și nașterile, care influențează evoluția mișcării efectivelor [7].

Precizăm că elementul principal de care se ține seama în activitatea fermei este factorul timp, cu ajutorul căruia este surprinsă dinamica (evoluția în timp) efectivelor de ovine și fenomenele specifice legate de montă, gestație, nașteri, alăptare, muls, pregătire pentru montă, creșterea în stabulație și creșterea la pășune [2], [3].

2.1. Ecuații de dinamică

Ecuațiile de dinamică surprind desfășurarea în timp și spațiu a mișcării efectivelor, plecînd de la starea inițială a sistemului și trecînd prin etapele de montă, gestație, nașterea mieilor, producția de lapte și de lînă și terminînd cu procesul de mortalitate și sacrificări de necesitate, vînzări planificate și reformări de efective:

$$x_1(k+1) = (1 - M^{x_1}(k) - C_1^R(k))x_1(k) + u_1(k) - V_1'(k) + \alpha_{51}(k)x_5(k) - V_1(k) \quad (1)$$

$$x_2(k+1) = (1 - M^{x_2}(k) - C_2^R(k))x_2(k) + u_2(k) - V_2'(k) + \alpha_{62}(k)x_6(k) - V_2(k) \quad (2)$$

$$x_3(k+1) = (1 - M^{x_3}(k) - \alpha_{35}(k))x_3(k) + \alpha_n C^{NM}(k)x_2(k) + u_3(k) - V_3'(k) - V_3(k) \quad (3)$$

$$x_4(k+1) = (1 - M^{x_4}(k) - \alpha_{46}(k))x_4(k) + \alpha_n C^{NF}(k)x_2(k) + u_4(k) - V_4'(k) - V_4(k) \quad (4)$$

$$x_5(k+1) = (1 - M^{x_5}(k) - \alpha_{51}(k))x_5(k) + \alpha_{35}(k)x_3(k) + u_5(k) - V_5'(k) - V_5(k) \quad (5)$$

$$x_6(k+1) = (1 - M^{x_6}(k) - \alpha_{62}(k))x_6(k) + \alpha_{46}(k)x_4(k) + u_6(k) - V_6'(k) - V_6(k) \quad (6)$$

unde:

k = 1, ..., 24 reprezintă numărul de pași
x_1 — masculi turma de bază (MTB)
x_2 — femele turma de bază (FTB)
x_3 — masculi din anul curent (MAC)
x_4 — femele din anul curent (FAC)
x_5 — masculi din anul precedent (MAP)
x_6 — femele din anul precendet (FAP)
M^{x_1} — coeficientul de mortalitate și sacrificări de necesitate la MTB
M^{x_2} — coeficient de mortalitate și sacrificări de necesitate la FTB
M^{x_3} — coeficientul de mortalitate și sacrificări de necesitate la MAC
M^{x_4} — coeficinetul de mortalitate și sacrificări de necesitate la FAC
M^{x_5} — coeficientul de mortalitate și sacrificări de necesitate la MAP
M^{x_6} — coeficientul de mortalitate și sacrificări de necesitate la FAP
α_{35} — coeficientul de trecere a MAC la MAP
α_{46} — coeficientul de trecere a FAC la FAP
α_{51} — coeficientul de trecere a MAP la MTB
α_{62} — coeficientul de trecere a FAP la FTB
α_n — coeficientul de creștere a natalității
C^{NM} — coeficientul de naștere a MAC
C^{NF} — coeficientul de naștere a FAC
C_1^R — coeficientul de reformare a MTB
C_2^R — coeficientul de reformare a FTB
V_1 — vînzări planificate din MTB
V_2 — vînzări planificate din FTB
V_3 — vînzări planificate din MAC
V_4 — vînzări planificate din FAC
V_5 — vînzări planificate din MAP
V_6 — vînzări planificate din FAP
V_1' — vînzări neplanificate din MTB
V_2' — vînzări neplanificate din FTB
V_3' — vînzări neplanificate din MAC
V_4' — vînzări neplanificate din FAC
V_5' — vînzări neplanificate din MAP
V_6' — vînzări neplanificate din FAP
u_1 — cumpărări MTB
u_2 — cumpărări FTB
u_3 — cumpărări MAC
u_4 — cumpărări FAC
u_5 — cumpărări MAP
u_6 — cumpărări FAP

$x_i(k)$ — vectorul stărilor reprezentînd stocul de efective aflate într-o anumită etapă de dezvoltare în procesul de creștere;

$u_i(k)$ — vectorul comenzilor care corespunde cumpărărilor de efective;

$V_i'(k)$ — vectorul comenzilor care corespunde vînzărilor neplanificate de efective;

$V_i(k)$ — vectorul influenței mediului exterior asupra procesului format din vînzări planificate.

2.2. Restricții

Deoarece procesul tehnologic se desfășoară în condiții materiale date, în condițiile unui existent de hrană și de capacități de adăpostire, asupra dinamicii sistemului se impun o serie de restricții care modelează condițiile reale de desfășurare a procesului și influența asupra dinamicii efectivelor.

Activitatea în cadrul fermei de ovine se desfășoară continuu, zi de zi, pe un interval de 365 zile. Dimensiunea modelului dinamic ar fi fost prea mare dacă foloseam pasul egal cu o zi, motiv pentru care am considerat pasul $\Delta t = 15$ zile. În aceste condiții modelul are 24 pași.

În cadrul modelului dinamic au fost surprinse următoarele restricții:

— asigurarea oilor în perioada a doua a gestației cu condiții de adăpost 0,8 — 1 mp, padoc 1,6 — 3 mp:

$$x_2(k) \leqslant b_1(k) \tag{7}$$

$$3x_2(k) \leqslant b_2(k); \tag{8}$$

— întreținerea mieilor în vîrsta de 0—7 zile în boxe individuale sau cu o capacitate de 15—20 oi

$$x_3(k) + x_4(k) \leqslant b_3(k) \tag{9}$$

au

$$\frac{1}{20} x_2(k) \leqslant b_4(k); \tag{10}$$

— adăpostirea și îngrijirea oilor mame în adăposturi cu o capacitate de 200 capete

$$\frac{1}{200} x_2(k) \leqslant b_5(k); \tag{11}$$

— întreținerea mieilor în vîrstă de 7—20 zile în loturi de 40—50 capete, în compartimente separate de 0,2 mp/cap de ovină

$$0{,}2\, x_3(k) + 0{,}2\, x_4(k) \leqslant b_6(k); \tag{12}$$

— producția de lapte planificată

$$\sum_{k=1}^{N} 2x_2(k) \geqslant b_7(k); \tag{13}$$

— producția de lînă planificată

$$\sum_{x=1}^{i} (8{,}25\, x_1(k) + 8{,}25\, x_2(k) + 15x_5(k) + 12x_6(k)) \geqslant b_8(k); \tag{14}$$

— la 100 oi sînt necesari 3 berbeci pepinieri

$$3x_2(k) - 100x_1(k) \leqslant 0; \tag{15}$$

— în perioada 1—15 iulie se recoltează 30—40 ejaculate de la berbecii din turma de bază (MTB)

$$\sum_{x=1}^{i} (30x_1(k) - 0{,}5x_2(k) + 40x_5(k) - 0{,}5x_6(k)) \geqslant 0; \tag{16}$$

— fonduri bănești pentru cumpărări de ovine

$$\sum_{k=1}^{N} \sum_{u=1}^{i} (P_a^1 u_1(k) + P_a^2 u_2(k) + P_a^3 u_3(k) + P_a^4 u_4(k) + P_a^5 u_5(k) + \\ + P_a^6 u_6(k)) \leqslant b_9(k) \tag{17}$$

P_a^i — prețul unitar de cumpărare/cap de ovină;
— structura populației de ovine la 31 decembrie

$$\sum_{x=1}^{i} (x_1(k) + x_2(k) + x_3(k) + x_4(k) + x_5(k) + x_6(k)) = b_{10}(k); \tag{18}$$

— densitatea efectivelor de ovine pe terenul agricol

$$\sum_{x=1}^{i} (x_1(k) + x_2(k) + x_3(k) + x_4(k) + x_5(k) + x_6(k) \lessgtr b_{11}(k); \tag{19}$$

— densitatea efectivelor de ovine pe terenul arabil

$$\sum_{x=1}^{i} (x_1(k) + x_2(k) + x_3(k) + x_4(k) + x_5(k) + x_6(k)) \lessgtr b_{12}(k); \tag{20}$$

— disponibil de concentrate porumb

$$\sum_{k=1}^{N} \sum_{x=1}^{i} (p_1x_1(k) + p_2x_2(k) + p_3x_3(k) + p_4x_4(k) + p_5x_5(k) + p_6x_6(k)) \leqslant b_{13}(k) \tag{21}$$

p_i — consum specific de porumb/cap de ovină;
— disponibil de concentrate ovăz

$$\sum_{k=1}^{N} \sum_{x=1}^{i} (o_1x_1(k) + o_2x_2(k) + o_3x_3(k) + o_4x_4(k) + o_5x_5(k) + o_6x_6(k) \leqslant b_{14}(k) \tag{22}$$

o_i — consum specific de ovăz/cap de ovină;
— disponibil de fibroase (fîn de lucernă)

$$\sum_{k=1}^{N} \sum_{x=1}^{i} (f_1x_1(k) + f_2x_2(k) + f_3x_3(k) + f_4x_4(k) + f_5x_5(k) + f_6x_6(k)) \leqslant b_{15}(k) \tag{23}$$

f_i — consum specific de fîn de lucernă/cap de ovină;
— disponibil de grosiere (paie)

$$\sum_{k=1}^{N} \sum_{x=1}^{i} (g_1x_1(k) + g_2x_2(k) + g_3x_3(k) + g_4x_4(k) + g_5x_5(k) + g_6x_6(k) \leqslant b_{16}(k) \tag{24}$$

g_i — consum specific de paie/cap de ovine;

— disponibil de suculente (porumb siloz)

$$\sum_{k=1}^{N}\sum_{x=1}^{i}(s_1x_1(k) + s_2x_2(k) + s_3x_3(k) + s_4x_4(k) + s_5x_5(k) + s_6x_6(k)) \leqslant b_{17}(k) \quad (25)$$

s_i — consum specific de porumb siloz/cap de ovină;
— disponibil de masă verde (secară + lucernă + iarbă de Sudan + + pășuni naturale + pășuni ocazionale)

$$\sum_{k=1}^{N}\sum_{x=1}^{i}(m_1x_1(k) + m_2x_2(k) + m_3x_3(k) + m_4x_4(k) + m_5x_5(k) + + m_6x_6(k)) \leqslant b_{18}(k) \quad (26)$$

m_i — consum de masă verde/cap de ovină;
— disponibil de săruri minerale

$$\sum_{k=1}^{N}\sum_{x=1}^{i}(sm_1x_1(k) + sm_2x_2(k) + sm_3x_3(k) + sm_4x_4(k) + sm_5x_5(k) + + sm_6x_6(k)) \leqslant b_{19}(k) \quad (27)$$

sm_i — consum specific de săruri minerale/cap de ovină;
— disponibil de unități nutritive calculate

$$\sum_{k=1}^{N}\sum_{x=1}^{i}(un_1x_1(k) + un_2x_2(k) + un_3x_3(k) + un_4x_4(k) + un_5x_5(k) + + un_6x_6(k)) \leqslant b_{20}(k) \quad (28)$$

un_i — consum specific de unități nutritive/cap de ovină;
— piei contractate

$$\sum_{k=1}^{N}\sum_{x=1}^{i}(M^{x_1}(k)x_1(k) + M^{x_2}(k)x_2(k) + M^{x_3}(k)x_3(k) + M^{x_4}(k)x_4(k) + + M^{x_5}(k)x_5(k) + M^{x_6}(k)x(k)) \leqslant b_{21}(k); \quad (29)$$

— greutatea mieilor la naștere

$$\sum_{x=1}^{i}(8{,}8x_3(k) + 8{,}8x_4(k) - 100x_2(k)) \leqslant 0. \quad (30)$$

2.3 Funcția obiectiv

Plecînd de la scopurile propuse de activitatea fermei de ovine, care reclamă atingerea unei structuri a efectivelor în scopul realizării veniturilor planificate maxime cu cheltuieli de hrană minime, se definește funcționala de performanță

$$J = \max_{x_i,\, u_i}\left\{\sum_{k=1}^{N}[c_1^T x_i(k) + c_2^T u_i(k)]\right\} \quad (31)$$

ca fiind maximizarea veniturilor fermei.

c_1^T și c_2^T reprezintă veniturile și respectiv cheltuielile de la produsele obținute de la populația fermei.

Starea inițială a sistemului este dată de relația

$$x_i(0) = x_0. \tag{32}$$

Prin rezolvarea modelului (1) — (32), cu $x(0)$, $V(k)$, $c(k)$, $k = 1, ..., N$ date, se obține mișcarea efectivelor sub forma unui set de comenzi și de stări: $x(0)$, $u(0)$, $V'(0)$; $x(1)$, $u(1)$ $V'(1)$;... $x(N-1)$, $u(N-1)$; $V'(N-1)$; $x(N)$, care reprezintă evoluția efectivelor de ovine și comenzile de cumpărare/vînzare pentru intervalul dat.

3. TESTAREA MODELULUI DINAMIC ȘI REZULTATELE OBȚINUTE

Starea inițială a sistemului:

$x_1(0) = 150$
$x_2(0) = 4550$
$x_3(0) = 0$
$x_4(0) = 0$
$x_5(0) = 1150$
$x_6(0) = 1150$

Termenii liberi la restricții:

$b_1(k) = 4550$ pentru $k = 2 - 4{,}25$
$b_2(k) = 13660$ pentru $k = 2 - 4{,}25$
$b_3(k) = 4550$ pentru $k = 4$
$b_4(k) = 230$ pentru $k = 4$
$b_5(k) = 35$ pentru $k = 4 - 8$
$b_6(k) = 1110$ pentru $k = 5$
$b_7(k) = 43200$ pentru $k = 12$
$b_8(k) = 69700$ pentru $k = 11$
$b_9(k) = 188000$ pentru $k = 25$
$b_{10}(k) = 7000$ pentru $k = 25$
$b_{11}(k) = 7000$ pentru $k = 2 - 3 \leqslant$ și $4 - 24 \geqslant$
$b_{12}(k) = 7000$ pentru $k = 2 - 3 \leqslant$ și $4 - 24 \geqslant$
$b_{13}(k) = 730000$ pentru $k = 25$
$b_{14}(k) = 162200$ pentru $k = 25$
$b_{15}(k) = 3162000$ pentru $k = 25$
$b_{16}(k) = 2200000$ pentru $k = 25$
$b_{17}(k) = 3344000$ pentru $k = 25$
$b_{18}(k) = 15784900$ pentru $k = 25$
$b_{19}(k) = 50000$ pentru $k = 25$
$b_{20}(k) = 8982000$ pentru $k = 25$
$b_{21}(k) = 1410$ pentru $k = 25$

Vînzări de efective planificate:

$x_3(12) = 1340$
$x_4(12) = 1340$
$x_5(14) = 1050$

Sînt cunoscute de asemenea, date privind:

— consumul specific de hrană pentru fiecare categorie de furaje/cap de ovină;

— coeficienții de mortalitate și sacrificări de necesitate;

— coeficienții de reformare din cadrul turmei de bază;

— coeficientul de creștere a natalității;

—coeficientul de naștere a MAC și FAC;

— prețurile de cumpărare și de vînzare /categorii de efective;

— producția de lapte/oaie din cadrul turmei de bază;

— creșterea în greutate a efecvivelor în intervalul dat;

— creșterea în greutate a lînii/cap de ovină în orizontul de timp luat în calcul;

— prețul de vînzare a unei piei;

—prețul de livrare a unui kg. de lînă;

—prețul de livrare a unui litru de lapte;

—prețul de livrare a unui kg. carne viu creștere în greutate;

— prețul unei zile furajate/cap de ovină.

Modelul dinamic al procesului tehnologic din cadrul fermei de ovine a fost rulat pe calculatorul FELIX C-256, folosind pachetul de programe PROGEN (versiunea românească îmbunătățită a pachetului de programe OPALINE).

Durata execuției a fost de 6'37".

Același model dinamic a fost rulat avînd stabilită structura dorită la sfîrșitul orizontului de calcul:

$x_1(25) = 150$
$x_2(25) = 4550$
$x_3(25) = 1150$
$x_4(25) = 1150.$

Menționăm și rulările pentru situația în care starea inițială a sistemului este liberă iar starea finală este fixată, precum și cazul în care starea inițială și finală sînt fixate, iar vînzările și cumpărările de efective sînt lăsate libere.

4. INTERPRETAREA ECONOMICĂ A REZULTATELOR

În urma rezolvării modelului dinamic s-au obținut o serie de rezultate interesante, dintre care remarcăm următoarele:

— suprafața de adăposturi și padoc este suficientă pentru evoluția efectivelor;

— numărul de boxe cu o capacitate de 15—20 oi mame este satisfăcător pentru întreținerea mieilor în vîrstă de 0—7 zile;

— numărul de adăposturi cu o capacitate de 200 capete pentru oi mame este corespunzător pentru femelele din cadrul turmei de bază;

— numărul de compartimente pentru întreținerea mieilor în vîrstă de 7—20 zile, în loturi de 40—50 capete, este acoperitor pentru evoluția mieilor din cadrul fermei;

— față de o producție de lapte planificată de 43.200 litri, se obține o producție de 44.705,577 litri, ceea ce demonstrează că producția de lapte/

oaie și evoluția numărului de femele din cadrul turmei de bază acoperă producția planificată;

— față de o producție de lînă planificată de 69.700 kg se obțin 67.855,845 kg, ceea ce demonstrează că producția de lînă/cap de ovină și evoluția efectivelor de ovine producătoare de lînă nu acoperă indicatorul planificat. O influență negativă au coeficienții de mortalitate (mari) care micșorează efectivele de ovine producătoare de lînă, precum și o necorelare între plan și producțiile medii de lînă/cap de ovină;

— este respectată proporția de 3 berbeci pepinieri la 100 femele din cadrul turmei de bază;

— recoltarea ejaculatelor de la berbecii pepinieri asigură o cantitate suficientă de material seminal pentru însămînțarea artificială a femelelor din cadrul turmei de bază;

— fondurile bănești planificate pentru cumpărări de ovine, de 188.000 lei, au fost cheltuite în totalitate. În cazul sistemelor de fermă închise, aceste fonduri, în general, nu sînt prevăzute;

— structura planificată a efectivelor de ovine la 31 decembrie, de 7.000 capete, este atinsă și deci îndeplinită;

— densitatea efectivelor de ovine pe terenul agricol și respectiv pe terenul arabil înregistrează în primii pași o scădere (datorită mortalității și sacrificărilor de necesitate), după care înregistrează o creștere cu un vîrf la pasul 5 (datorită nașterii mieilor), după care scade continuu;

— disponibilul de concentrate porumb de 730.000 kg este mai mare decît necesarul de 549.908 kg rezultat ca urmare a evoluției structurii populației din fermă și a consumurilor de porumb/cap de ovină folosite;

— disponibilul de concentrate ovăz de 162.200 kg este mai mare decît necesarul de 68.083 kg rezultat ca urmare a evoluției populației din fermă și a consumurilor de ovăz/cap de ovină folosite;

— disponibilul de fibroase de 3.162.000 kg este mai mare decît cel rezultat în urma rezolvării modelului, de 3.035.884 kg, urmare a evoluției populației fermei și a consumurilor de fibroase/cap de ovină folosite;

— disponibilul de grosiere, de 2.200.000 kg este mai mare decît cel rezultat în urma rezolvării modelului, de 1.446.870 kg urmare a dinamicii înregistrate de populație și a consumurilor de grosiere/cap de ovină folosite;

— disponibilul de suculente, de 3.344.000 kg este mai mare decît necesarul rezultat de 2.257.836 kg urmare a dinamicii înregistrate de populație și a consumurilor de suculente/cap de ovină folosite;

— disponibilul de masă verde de 15.784.900 kg este mai mare decît necesarul rezultat din calcul de 12.272.225 kg;

— disponibilul de UN calculate de 8.982.000 este mai mare decît necesarul rezultat de 8.423.453 (reprezentînd transformarea fiecărei categorii de nutreț în unități nutritive);

— planul de piei contractate de 1410 bucăți este realizat numai pentru 728 bucăți. S-au avut în vedere coeficienți de mortalitate aproape dubli pentru fundamentarea cifrei de plan.

Considerăm relevant faptul că în munca decidenților modelul dinamic permite dialogul, dialog care să conducă la obținerea unor informații utile

privind încadrarea/neîncadrarea în disponibilul de furaje (pe categorii), realizarea cifrelor de plan (fizic și valoric) și valoarea funcției de performanță care este urmărită.

Funcția obiectiv atinge o valoare de 108.366.160 lei.

5. CONCLUZII

Rezultatele obținute demonstrează că modelul dinamic din cadrul fermei de creștere a ovinelor răspunde cerințelor practice și permite elaborarea unor decizii fundamentate. De asemenea, permite optimizarea sistemului fermă corelînd indicatorii impuși, stocurile de furaje pentru hrană și structura inițială a populației din cadrul fermei cu structura finală impusă, ținînd cont de modul de desfășurare a procesului tehnologic.

Menționăm posibilitatea adaptării modelului dinamic prezentat mai sus și la alte categorii de animale, din cadrul fermelor zootehnice, ceea ce va permite o creștere a eficienței activității acestora prin faptul că sînt oferite conducătorilor variante pentru fundamentarea deciziilor.

BIBLIOGRAFIE

1. CONSTANTINESCU P., NEGOIȚĂ C.V.: *Sistemele informatice, modele ale conducerii și sistemelor conduse.* Editura tehnică, București, 1975.
2. FOMIN P.: *Modelarea și conducerea proceselor de producție.* Comunicare prezentată la al doilea simpozion de Informatică și conducere, Cluj-Napoca, martie, 1975.
3. ANDREI N.C., FULGA I.ST., și alții: *Model de conducere a producției.* Comunicare prezentată la a doua sesiune de comunicări tehnico-științifice: Sisteme automate și informaționale în industrie. Institutul Politehnic București, 27—29 aprilie, 1977.
4. NEGOIȚĂ C. V.: *Teoria reglării automate cu aplicații în industrie.* Curs A.S.E., Facultatea de cibernetică economică, 1973.
5. * * * *Model economico-matematic pentru planificarea activității anuale de producție din fermele mixte, vegetale și zootehnice.* Vol. I și II, Caiet de studii, nr. 55, București, 1976., Institutul de economie agrară.
6. * * * *Sinteza tehnologiilor pentru producerea linii și cărnii de ovine în perspectiva anului 1980.* Caiet de studii nr. 63, București, 1976, Institutul de economie agrară.
7. * * * *Model economico-matematic al procesului tehnologic pentru producerea linii.* Caiet de studii nr. 57, București, 1976, Institutul de economie agrară.

15.05.1978

Dr. CS. FABIAN
Dr. M. STOICA
Catedra de cibernetică economică — A.S.E.

Programare fuzzy în numere întregi

În prima parte a lucrării se dau cîteva funcții de apartenență și unele formulări deterministe pentru probleme de programare fuzzy în numere întregi.

În continuare autorii prezintă o procedură de simulare dirijată pentru rezolvarea problemei date. Direcția de simulare este autocorectată cu ajutorul unei funcții de apartenență globală sau cu direcția dată de centrele de greutate a punctelor admisibile și neadmisibile la un moment dat.

1. MODELUL PROBLEMEI DE PROGRAMARE INTREAGĂ FUZZY

Programarea matematică fuzzy, în special cea lineară a constituit obiectul mai multor lucrări în ultimii ani, datorită posibilităților multiple de aplicare în planificarea și programarea producției. Majoritatea lucrărilor s-au referit la cazul problemelor de programare liniară în care domeniul soluțiilor admisibile este vid sau la problema optimizării cu mai multe funcții obiectiv.

Fie următoarea problemă de programare matematică întreagă:

$$\begin{aligned} &Z_1 := max\ f(x) \\ &R(x) \leqslant 0 \\ &x \geqslant 0,\ x \text{ întreg.} \end{aligned} \tag{1}$$

Notăm: $D = \{x \mid R(x) \leqslant 0;\ x \geqslant 0,\ x \text{ întreg}\}$.

Această problemă se poate formula în condiții vagi în mai multe moduri. O cale de fuzificare este următoarea:

$$\begin{aligned} &Z_1 \cong Z_2 := max\ f(x) \\ &R(x) \lesssim 0 \\ &x \geqslant 0,\ x \text{ întreg.} \end{aligned} \tag{2}$$

Acest model se poate fuzifica însă într-o măsură mai mare, dacă în locul condiției „x întreg" se introduce condiția „x aproape întreg" caz în care soluția întreagă se obține prin rotunjirea soluției (1) de programare, dar în variabile continue. Soluția rotunjită poate avea una din următoarele propietăți: P_1) satisface restricțiile, adică $x \in D$, rezultînd că funcția scop s-a fuzificat, adică soluția obținută este de cele mai multe ori suboptimală; P_2) $x \notin D$, caz în care nu s-au respectat restricțiile, ceea ce este permis în modelul fuzificat (2).

Admitem că problema (1) fără condiția de integritate pentru x are soluție. Fie x° soluția acestei probleme. Fie a un prag minim care trebuie atins (stabilit de decindent). Cu aceste elemente definim funcția caracteristică (funcția de apartenență) a funcției scop a modelului (2);

$$\mu_f(x) = \begin{cases} f(x)/f(x^\circ) & , \ f(x) < a \\ 1 & , \ a \leqslant f(x) \leqslant f(x^\circ) \\ \exp\ [-k_0\ (f(x) - f(x^\circ)], & f(x) > f(x^\circ) \end{cases} \tag{3}$$

unde k_0 reprezintă un parametru de apartenență.

Din punct de vedere practic un caz particular important al acestei funcții se obține dacă:

$$a = f(x^\circ). \tag{4}$$

Reprezentarea grafică a funcției de apartenență dată de (3) este redată în fig. 1. În fig. 2 este redată aceeași funcție pentru cazul particular cînd se respectă relația (4).

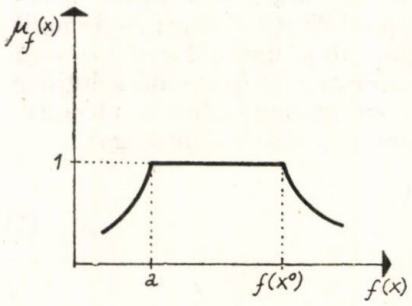


Fig. 1

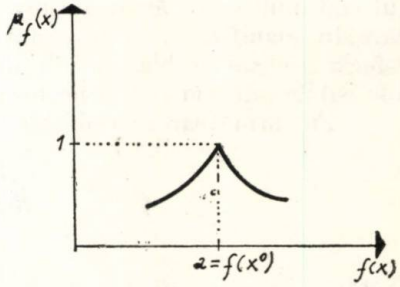


Fig. 2

Așa cum s-a arătat în lucrări anterioare funcția de apartenență (3) poate fi considerată ca o funcție condiționată de valoarea $f(x^\circ)$.

Se pot defini funcțiile de apartenență (3) pentru restricția $r_i(x) \leqslant 0$:

$$\mu_{r_i}(x) = \begin{cases} 1 & , \ r_i(x) \leqslant 0 \\ \exp\ [-k_i r_i(x)], & r_i(x) > 0 \end{cases} \qquad i = 1,2,.....,m. \tag{5}$$

unde k_i reprezintă un parametru de apartenență pentru restricția i. Alura funcției (5) este redată în fig. 3.

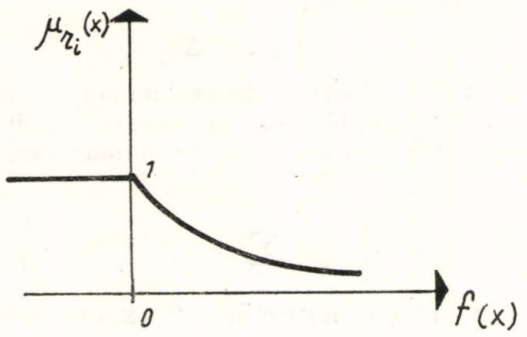


Fig. 3

Observații: 1. Modelele mixte lineare sau nelineare pot fi fuzificate în mod analog.

2. Dacă considerăm și restricțiile „x întreg" fuzificate prin „x aproape întreg", putem construi funcții de apartenență a variabilelor astfel:

$$\mu_{x_i}(x_i) = \begin{cases} 1 & , \quad x = [x_i] \\ \exp\left[-h_i \mid x_i - [x_i + 0{,}5]\right] & x_i \neq [x_i] \end{cases} \tag{6}$$

unde h_i este un parametru de apartenență. La compunerea funcțiilor de apartenență globală (cu ajutorul unui operator de tip minimax, produs sau combinație liniară [3]) trebuie să se ia în considerație în acest caz și funcțiile de apartenență (6) atașate variabilelor.

2. TRANSFORMAREA MODELULUI FUZZY ÎNTREG ÎN MODEL DETERMINIST

2.1. Programare liniară. Fie modelul de programare liniară:

$$\begin{aligned} &max\ cx \\ &Ax \lesseqgtr b \\ &x \geqslant 0. \end{aligned} \tag{7}$$

În acest model s-a considerat că restricțiile

$$Ax \leqslant b \tag{8}$$

au fost fuzificate, adică ar putea fi violate pînă la o limită superioară $b' = b + \Delta b$.

Efectuînd această schimbare asupra vectorului b restricțiile (8) devin:

$$Ax + y + z = b' \tag{9}$$

unde: $y = b - Ax$ reprezintă vectorul variabilelor de compensare la restricțiile (8), iar z satisface restricțiile:

$$0 \leqslant z \leqslant \Delta b. \tag{10}$$

Vectorii Δb, y, z, și b' sînt de dimensiuni m (m — numărul de restricții).

Prin intermediul variabilei de compensare z definim gradele de apartenență ale restricțiilor conform (5) și transformăm funcția scop a modelului (7) astfel:

$$max\left\{ cx + \sum_{i=1}^{m} \gamma_i [e^{h_i(z_i - \Delta b_i)} - 1] \right\} \tag{11}$$

unde γ_i sînt ponderi atașate restricțiilor (9) exprimate în unitatea de măsură a funcției-scop.

Fie problema formată din restricțiile (9), (10), $x \geqslant 0$ și funcția scop (11) care constituie o transformare a problemei (7).

Se constată că problema de programare liniară fuzzy se poate transforma într-o problemă de programare cu funcția scop neliniară, dar cu restricții și variabile suplimentare.

De asemenea, în locul funcțiilor de apartenență definite de (5) se poate utiliza funcția de apartenență liniară. Restricțiile (8) devin în orice caz:

unde
$$Ax \leqslant b + \lambda \tag{12}$$

$$0 \leqslant \lambda \leqslant \Delta b w \tag{13}$$

iar w este un vector de variabile binare atașate restricțiilor.

Din (12) și (13) rezultă:

$$Ax \leqslant b + \Delta b \cdot w. \tag{14}$$

Funcția de eficiență (11) devine:

$$max\left\{ cx + \sum_{i=1}^{m} p_i (b_i - A_i x) w_i \right\} \tag{15}$$

unde A_i este linia i a matricei A, iar p_i un coeficient de penalizare.

Modelul format din restricțiile (14), $x \geqslant 0$, $w_i \in \{0,1\}$ și funcția scop (15) este un model determinist atașat problemelor fuzzy continue în cazul liniar. Modelul obținut este un model pătratic mixt, cu variabile continue și discrete, neseparabile.

În general orice problemă neliniară fuzyficată se poate transforma într-o problemă neliniară mixtă. Nelinearitatea crește de la modelele polinominale, la modelele polinominale de grad superior, sau la modele transcendente, după modul de alegere a funcției de apartenență.

2.2. **Programare întreagă liniară.** Modelul (7) cu condiția de integritate a variabilelor x devine o problemă de programare liniară întreagă fuzzy.

$$\begin{aligned} &max\ cx \\ &Ax \lesseqgtr b \\ &x \geqslant 0,\ x \text{ întreg.} \end{aligned} \tag{16}$$

Modelul transformat este:

$$max\left\{cx + \sum_{i=1}^{m} \gamma_i [e^{\beta_i(z_i - \Delta b_i)} - 1]\right\}$$

$$Ax + y + z = b'$$

$$0 \leqslant z \leqslant \Delta b \tag{17}$$

$$x \geqslant 0, \qquad y \geqslant 0, \qquad x \text{ întreg.}$$

Problema liniară fuzzy în numere întregi (16) s-a transformat într-una mixtă cu funcția scop neliniară în variabilele continue introduse și cu restricțiile liniare la care se adaugă restricțiile asupra variabilelor continue z introduse.

În cazul funcției de apartenență, liniare, modelul transformat devine:

$$max\left\{cx + \sum_{i=1}^{m} p_i (b_i - A_i x)\, w_i\right\}$$

$$Ax - \Delta b \cdot w \leqslant b \tag{18}$$

$$x \geqslant 0, \; x \text{ întreg și } w_i \in \{0,1\}.$$

În cazul modelelor de programare întreagă fuzzy, modelele transformate (17) și (18) sînt tot în numere întregi dar au devenit neliniare.

În mod similar se poate proceda cu modelul nelinear întreg (2).

Observație. Un model fuzzy liniar sau nelinear mixt se poate transforma într-un model determinist păstrînd caracterul mixt al modelului, dar crescînd gradul de nelinearitate. Modelul (14), (15) cu $x \geqslant 0$, și $w_i \in \{0,1\}$ poate fi considerat ca o problemă de tip „fixed charge" în care variabilelor corespunzătoare restricțiilor le sînt atașate costuri fixe (și nu variabilelor de structură).

3. ALGORITM ÎN CĂUTARE DIRIJATĂ FOLOSIND FUNCȚIA DE APARTENENȚĂ GLOBALĂ

Pentru rezolvarea problemelor de programare întreagă deterministe se pot utiliza procedurile similare din [6]. Aceste proceduri constau în estimarea prin simulare a direcției discrete de creștere maximă a funcției scop. În momentul cînd direcția astfel determinată ne conduce la un punct neadmisibil, se schimbă direcția de căutare prin simulare după direcția celei mai violate restricții.

Definim o funcție de apartenență globală ψ de tip combinație liniară sau de tip produs a unor funcții de apartenență de forma (3) sau (5). Fie gradientul aceste funcții:

$$\Delta\psi(\tilde{x}) = \left(\frac{\partial\varphi(\tilde{x})}{\partial x_1}, \; \frac{\partial\varphi(\tilde{x})}{\partial x_2}, \; \ldots, \; \frac{\partial\psi(\tilde{x})}{\partial x_n}\right) \tag{19}$$

unde $\tilde{x} = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ reprezintă un punct care poate fi sau nu admisibil.

Fie $h_j(\tilde{x})$ componentele normalizate în valoare absolută ale acestui gradient. Generăm N numere aleatoare $\xi_1, \xi_2, ..., \xi_N$ uniform repartizate în intervalul [0, 1]. Dacă:

$$\sum_{j=1}^{k-1} h_i(\tilde{x}) \leqslant \xi_j < \sum_{j=1}^{k} h_j(\tilde{x}) \tag{20}$$

atunci:

$$\tilde{x}_k = \tilde{x}_k + \delta_k \tag{21}$$

unde:

$$\delta_k = \begin{cases} 1, & \text{dacă } \partial\varphi(\tilde{x})/\partial x_k < 0 \\ -1, & \text{dacă } \partial\varphi(\tilde{x})/\partial x_k \geqslant 0. \end{cases} \tag{22}$$

Observație. Procedura definită mai sus va funcționa la fel ca și procedura definită în [6] pentru cazul punctelor admisibile. În schimb dacă în cursul procesului de căutare s-a ajuns la o soluție neadmisibilă, atunci direcția de înaintare va fi determinată de funcția de apartenență globală și se va găsi o soluție care nu va fi neapărat în domeniu, dar va avea un grad de apartenență globală ridicat.

* * *

O altă metodă de dirijare a căutării soluției optime pornește de la rotunjirea soluției optime continue a modelului (7) nefuzificat. Fie $x_0 = (x_1^0, x_2^0, ..., x_n^0)$ această soluție. Notăm:

$$f_i = x_i^0 - [x_i^0]. \tag{23}$$

Generăm un număr aleator uniform repartizat R_i^j $i = 1, 2, ..., n$, $j = 1, 2, ... ,N$ (N = numărul soluțiilor generate propus). Rezultă.:

$$x_i^j = \begin{cases} [x_i^0] + 1, & \text{dacă } R_i^j \leqslant \delta_i \\ [x_i^0], & \text{dacă } R_i^j > \delta_i \end{cases} \tag{24}$$

unde $x^j = (x_1^j, x_2^j, ..., x_n^j)$ reprezintă soluțiile rotunjite. Cea mai bună soluție rotunjită este cea care are gradul de apartenență global $\varphi(x)$ maxim, adică:

$$x_N^r = \{x^j \mid max \ \psi(x^j)\}, \ j = 1, 2, ..., N. \tag{25}$$

Observații 1) Soluțiile x^j, $j = 1, 2, ..., N$ pot fi utilizate la caracterizarea domeniului soluțiilor admisibile continue. Notăm N_e numărul soluțiilor inadmisibile și cu N_a numărul soluțiilor admisibile, cu cît raportul N_e/N_a este mai mare cu atît domeniul soluțiilor admisibile în jurul soluției continue este mai ascuțit.

2) Centrele de greutate ale soluțiilor admisibile și inadmisibile determină o direcție care poate constitui o direcție de căutare într-o procedură de simulare dirijată.

CONCLUZII

Introducerea funcţiilor de apartenenţă pentru restricţii şi funcţii obiectiv în numere întregi permite includerea gradului de apartenenţă globală a unei soluţii şi implicit poziţia acestei soluţii faţă de soluţia problemei în variabile continue. Evaluarea gradului de apartenenţă global pentru soluţiile obţinute cu ajutorul diferiţilor algoritmi permite compararea acestora şi selectarea algoritmilor cu cele mai bune performanţe, pe baza unui număr semnificativ de experienţe efectuate pe clase de probleme.

BIBLIOGRAFIE

1. NEGOIŢĂ C.V., SULARIA M.: *Programarea matematică fuzzy şi toleranţe în planificare.* Studii şi cercetări de calcul economic şi cibernetică economică, nr. 1, Bucureşti, 1976, pag. 3—14.
2. NEGOIŢĂ C.V., FLONDOR P., SULARIA M.: *Asupra optimizării în condiţii vagi.* Studii şi cercetări de calcul economic şi cibernetică economică, nr. 1, Bucureşti, 1977, pag. 3—14.
3. NEGOIŢĂ C.V., RALESCU D.A.: *Mulţimi vagi şi aplicaţiile lor.* Editura tehnică, Bucureşti, 1974.
4. KAUFMAN A.: *Introduction à la thèorie des sous-ensembles flous (à l'usage des ingénieurs fuzzy sets theory).* 1° Eléments techniques de base, Masson, Paris-New York, Barcelona, Milan, 1976.
5. BENDERS J.F.: *Partitioning Procedures for Solving Convex Programs.* Numerische Mathematik, vol. 4, 1962, p. 238—252.
6. FABIAN CS., MOGA S.: *Two Simulation Procedures for Solving Connex Integer Programming Problems.* Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, no. 3, Bucureşti, 1977, pag. 83—89.

24. 04. 1979

FL. BOIAN
Universitatea Babeș-Bolyai — Cluj-Napoca
Facultatea de matematică

O metodă de rezolvare a problemei de transport după criteriul timp

În lucrare autorul prezintă o metodă de rezolvare a problemei de transport după criteriul TIMP definită în [5]. Algoritmul este similar cu cel publicat în [1] cu excepția pașilor I și VI ce sînt proprii rezolvării acestui tip de problemă.

1. FORMULAREA PROBLEMEI

Fie:

$$t_{ij} \geqslant 0 \quad \text{sau } t_{ij} = +\infty,\ a_i > 0, \quad b_j > 0, \quad \sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j = E.$$

Presupunem că toate mărimile sînt întregi. Se cere:

$$X^* = (x_{ij}^*),\ i = \overline{1, m},\ j = \overline{1, n}$$

ce satisface:

$$\max_{i,j} \{t_{ij} \mid x_{ij} > 0\} = \min_{X \in \Omega} \left(\max_{i,j} \{t_{ij} \mid x_{ij} > 0\}\right)$$

unde Ω se definește:

$$\Omega: \begin{cases} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i, & i = \overline{1, n} \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j, & j = \overline{1, n} \\ x_{ij} \geqslant 0, & i = \overline{1, m} \quad j = \overline{1, n}. \end{cases}$$

Problema a fost formulată pentru prima dată în [5], iar în [2] și [4] sînt date exemple de aplicare în economie a acestei probleme precum și un algoritm de rezolvare analog cu metoda potențialelor. În cele ce urmează vom da un algoritm de rezolvare analog cu metoda reducerii și marcajelor similară cu [1].

Definiție. Dacă T și T' sînt două matrice de $n \times n$ și $\varepsilon > 0$ vom spune că T și T' sînt echivalente $\Leftrightarrow t'_{ij} = t_{ij} - \varepsilon p$ pentru $\forall\ i, j$.

Proprietatea 1. Dacă T și T' sînt două matrice de timp echivalente atunci valoarea problemei pentru $\forall\ X \in \Omega$ diferă prin ε.

Demonstrație:

$$\max_{i,j} \{t'_{ij} \mid x_{ij} > 0\} = \max_{i,j} \{t_{ij} - \varepsilon \mid x_{ij} > 0\} = \max_{i,j} \{t_{ij} \mid x_{ij} > 0\} - \varepsilon$$

c.c.t.c.

Ca o consecință imediată avem:

$$\min_{X \in \Omega} (\max_{i,j} \{t'_{ij} \mid x_{ij} > 0\}) = \min_{X \in \Omega} (\max_{i,j} \{t_{ij} \mid x_{ij} > 0\}) - \varepsilon.$$

Fie X^* o soluție optimă a problemei de transport după criteriul timp. Notăm cu t^* valoarea optimă a problemei $t^* = \max_{i,j} \{t_{ij} \mid x^*_{ij} > 0\}$.

Proprietatea 2. Fie:

$$U_i = \min \{t_{ij} \mid \sum_{t_{il} \leqslant t_{ij}} b_l \geqslant a_i\}, \quad i = \overline{1, m}$$

$$V_j = \min \{t_{ij} \mid \sum_{t_{kj} \leqslant t_{ij}} a_k \geqslant b_j\}, \quad j = \overline{1, n}$$

cu aceste notații avem:

$$t^* \geqslant \max_{i,j} (U_i, V_j).$$

Să precizăm mai întîi cum se determină U_i și V_j. Fiecare sursă i trebuie să-și expedieze întreaga cantitate de produse, deci suma cerințelor destinațiilor la care trimite sursa i trebuie să depășească a_i. Pentru un j fixat se însumează cerințele din coloanele l pentru care $t_{il} \leqslant t_{ij}$ și dintre toate sumele se aleg acelea ce depășesc sau sînt cel puțin egale cu a_i; U_i este cel mai mic t_{ij} cu această proprietate. Precizările sînt aceleași pentru determinarea lui V_j dacă se schimbă sursele cu destinațiile și l cu k. Evident $t^* \geqslant U_i$, $i = \overline{1,m}$ și $t^* \geqslant V_j$, $j = \overline{1, n}$. În caz contrar, cel puțin o sursă (destinație) nu poate să distribuie (primească) întreaga cantitate de produse c.c.t.d.

2. ALGORITMUL DE REZOLVARE

Vom considera o mulțime de probleme de transport după criteriul timp $(T^\alpha, a, b) = 1, 2, \ldots$ în care $T^{(\alpha+1)}$ este o redusă a lui $T^{(\alpha)}$ și fiecărei probleme îi vom atașa o selecție $S^{(\alpha)}$:

$$(i, j) \in S^\alpha \Leftrightarrow t_{ij}^{(\alpha)} \leqslant 0$$

și în această selecție vom determina un flux maxim (plan maxim de transport).

Metoda poate fi expusă ușor:

— Aproximăm inițial t^* cu $\varepsilon = \max\limits_{i,j} (U_i, V_j)$ și reducem $T^{(1)}$ cu ε.

— Determinăm fluxul maxim pe selecția obținută.

Dacă planul de transport este un plan admisibil atunci, acesta ne dă soluția optimă. Dacă planul de transport nu este admisibil, se alege ca și nouă aproximantă timpul imediat mai mare și se trece la determinarea unui nou flux maxim.

Folosind aceleași notații ca în [1], prezentăm mai jos algoritmul:

Pasul 0. Inițializare

$$LL(i) := a_i; \quad LC(j) := b_j; \quad t_{ij}^{(0)} := t_{ij}; \quad x_{ij}^{(1,0)} := 0$$

pentru $i = \overline{1, n}$ și $j = \overline{1, n}$; $\alpha := 1$, $\beta := 0$, $TIMP^{(0)} := 0$.

Se trece la pasul I.

Pasul 1. Scăderea minimului maxim

$\varepsilon^{(0)} := \max\limits_{i,j} (U_i, V_j)$, U_i și V_j cei din proprietatea 2.

$$t_{ij}^{(1)} := t_{ij}^{(0)} - \varepsilon^{(0)}; \quad TIMP^{(1)} = TIMP^{(0)} + \varepsilon^{(0)}.$$

Se trece la pasul II.

Pasul II. Afectare superificial-maximală

1° Dacă $t_{ij}^{(\alpha)} \leqslant 0$ și $x_{ij}^{(\alpha-1,\beta)} = 0$ și $LL(i) \geqslant 0$ și $LC(j) > 0$, atunci:

$$\begin{cases} x_{ij}^{(\alpha,0)} := \min \{LL(i), \ LC(j)\} \\ LL(i) := LL(i) - x_{ij}^{(\alpha,0)} \\ LC(j) := LC(j) - x_{ij}^{(\alpha,0)} \end{cases}$$

2°. În caz contrar lui 1° : $x_{ij}^{(\alpha,0)} := x_{ij}^{(\alpha-1,\beta)}$.

La terminarea pasului se pune $\beta := 0$ și se trece la pasul III.

Pasul III. Marcarea liniilor și coloanelor

1°. $ML(i) := 0$, $MC(j) := 0$ se șterg marcajele vechi.

2°. Dacă $t_{ij}^{(\alpha)} \leqslant 0$ și $LC(j) > 0$ și $ML(i) = 0$, atunci $ML(i) := j$.

3°. Dacă $t_{ij}^{(\alpha)} \leqslant 0$ și $x_{ij}^{(\alpha,\beta)} > 0$ și $ML(i) > 0$ și $MC(j) = 0$, atunci $MC(j) := i$.

4°. Dacă $t_{ij}^{(\alpha)} \leqslant 0$ și $MC(j) > 0$ și $ML(i) = 0$, atunci $ML(i) := j$.

Se repetă 3° și 4° atît timp cît este posibil după care se trece la pasul IV.

Pasul IV. Găsirea unui început de drum

1°. Dacă $LL(i) = 0$, $i = \overline{1,m}$ atunci $x_{ij}^{(\alpha,\beta)} (i = \overline{1,n},\ j = \overline{1,N})$ este soluția optimă a problemei, iar $TIMP^{(\alpha)}$ este cel mai mic timp în care poate fi efectuat transportul (t^*).

2°. Dacă $\forall i$ pentru care $LL(i) > 0$ și $\forall j$ pentru care $t_{ij}^{(\alpha)} \leqslant 0$ avem $MC(j) = 0$ atunci se trece la pasul VI.

3°. Dacă există (i_0, j_0) pentru care $LL(i_0) > 0$ și $t_{ij}^{(\alpha)} \leqslant 0$ și $MC(j_0) > 0$ atunci celula (i_0, j_0) reprezintă un început de drum. Se trece la pasul V.

Pasul V. Drumul și îmbunătățirea

Fie șirurile: $i_{k+1} = MC(j_k)$ și $j_k = ML(i_k)$. Acestea determină drumul:

$$\Gamma = (i_0, j_0)(i_1, j_0)(i_1, j_1)(i_2, j_1) \dots (i_l, j_{l-1})(i_l, j_l)$$

unde l este cel mai mic indice pentru care $LC(j) > 0$. Fie:

$$\Gamma^+ = (i_0, j_0)(i_1, j_1) \dots (i_l, j_l),$$

$$\Gamma^- = (i_1, j_0)(i_2, j_1) \dots (i_l, j_{l-1}),$$

și

$$\theta = \min \{LL(i_0),\ min \{x_{ij}^{(\alpha,\beta)} \mid (i,j) \in \Gamma^-\},\ LC(j_l)\}.$$

Atunci:

1° $x_{ij}^{(\alpha,\beta+1)} := x_{ij}^{(\alpha,\beta)} + \theta \qquad (i.j) \in \Gamma^+$

2° $x_{ij}^{(\alpha,\beta+1)} := x_{ij}^{(\alpha,\beta)} - \theta \qquad (i,j) \in \Gamma^-$

3° $x_{ij}^{(\alpha,\beta+1)} := x_{ij}^{(\alpha,\beta)} \qquad (i,j) \notin \Gamma$

4° $LL(i_0) := LL(i_0) - \theta$

5° $LC(j_l) := LC(j_l) - \theta.$

Se pune $\beta := \beta + 1$ și se trece la pasul III (salt la III).

Pasul VI. Reducerea cu timpul imediat superior. Fie

$$\varepsilon^{(\alpha)} := min \{t_{ij}^{(\alpha)} \mid t_{ij}^{(\alpha)} > 0\}.$$

Atunci:

$$t_{ij}^{(\alpha+1)} := t_{ij}^{(\alpha)} - \varepsilon^{(\alpha)},\ TIMP^{(\alpha+1)} := TIMP^{(\alpha)} + \varepsilon^{(\alpha)}$$

se pune $\alpha := \alpha + 1$ și salt la pasul II.

3. CONVERGENȚA METODEI

Din cele prezentate se constată că algoritmul converge cu condiția ca pentru fiecare selecție să afectăm un flux maxim. Fie $S^{(\alpha)}$ o selecție. Introducem un nod inițial ce se leagă cu toate sursele. Fiecare sursă se leagă cu o destinație $\Leftrightarrow$ indicii lor sînt în selecție. Toate destinațiile se leagă la un nod

terminal. Pașii II, III, IV, V reprezintă un algoritm de obținere a unui flux maxim într-un astfel de graf. Lăsăm pe seama cititorului interesat să constate că acest algoritm este algoritmul lui Ford-Fulkerson [3] cu un sistem de marcare adecvat acestei probleme.

Observații: 1. Matricele $T^{(\alpha)}$ și $X^{(\alpha,\beta)}$ pot fi reprezentate într-o singură matrice deoarece asupra timpilor din celulele intrate în selecție nu se mai acționează, singurul test fiind de $\leqslant 0$. De aceea ei pot fi forțați la valoarea 0 în pașii I și VI cînd devin negativi,iar în locul lor să se reprezinte elementele nenule din $X^{(\alpha,\beta)}$ (în afara selecțiilor $X^{(\alpha,\beta)}$ are toate elementele nule). Această reprezentare este avantajoasă la programarea la calculator, făcîndu-se economie de memorie.

2. Este identică cu observația 2 din [1] și dă niște criterii intuitiv mai bune pentru alegerile din pașii II 1° și IV 3° (în locul regulii primului găsit).

4. EXEMPLU ȘI CONCLUZII

Notînd cu T matricea timpilor de transport (t_{ij} — timpul necesar transportului întregii cantități de produs de la sursa i la destinația j) și cu a și b vectorii de resurse și necesaruri din surse și destinații, să considerăm următoarea problemă:

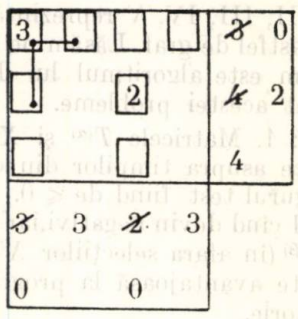
Avînd de transportat o marfă perisabilă și presupunînd că dispunem de mijloace de transport suficiente, încît să transportăm simultan întreaga cantitate, se cere un plan de transport, încît mutarea de la surse la destinație să se facă în cel mai scurt timp.

Avem de-a face cu o problemă de transport după criteriul timp. Prezentăm cu convențiile din [1], rezolvarea problemei conform algoritmului descris mai sus.

$$
\begin{array}{rcccc|c|c}
 & & & & & a_i & U_j \\
\hline
 & 2 & 3 & 4 & 5 & 3 & 2 \\
T^{(0)} = T = & 4 & 9 & 1 & 8 & 4 & 4 \\
 & 1 & 7 & 3 & \infty & 4 & 3 \\
\hline
b_j = & 3 & 3 & 2 & 3 & & \\
\hline
V_j = & 1 & 3 & 1 & \boxed{5} & &
\end{array}
\qquad TIMP^{(0)} = 0.
$$

$$
\varepsilon^{(0)} = 5 \qquad T^{(1)} = \begin{array}{|cccc|}
\hline
-3 & -2 & -1 & 0 \\
-1 & 4 & -4 & 3 \\
-4 & 2 & -2 & \infty \\
\hline
\end{array} \qquad TIMP^{(1)} = 0 + 5 = 5
$$

$X^{(1,0)} =$

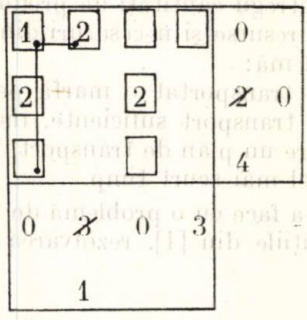


$LC =$

$MC =$ (1) (2)

$\Gamma = \overset{+}{(2,1)}\ \overset{-}{(1,1)}\ \overset{+}{(1,2)}$ $\quad \theta = 2$

$X^{(1,1)} =$

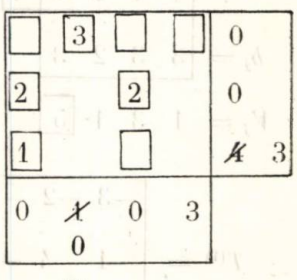


$LC =$

$MC =$ (1) (1) (2)

$\Gamma = \overset{+}{(3,1)}\ \overset{-}{(1,1)}\ \overset{+}{(1,2)}$ $\quad \theta = 1$

$X^{(1,2)} =$



$LC =$

$MC =$ (1)

S-a afectat un flux maxim pe $S^{(1)}$, Facem o nouă reducere.

$\varepsilon^{(1)} = \min\{4,3,2,\infty\} = 2$

$$T^{(2)} = \begin{bmatrix} -5 & -4 & -3 & -2 \\ -3 & 2 & -6 & 1 \\ -6 & 0 & -4 & \infty \end{bmatrix} \qquad TIMP^{(2)} = 5 + 2 = 7$$

$$X^{(2,1)} = \begin{array}{|cccc|c|c|} \hline & \boxed{3} & & & 0 & (4) \\ \hline \boxed{2} & & \boxed{2} & & 0 & (1) \\ \hline \boxed{1} & & & & 3 & (1) \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{c} LL \\ \\ \\ \\ \end{array} \qquad \begin{array}{c} ML \\ \\ \\ \\ \end{array}$$

$$LC = \begin{array}{|cccc|} \hline 0 & 0 & 0 & 3 \\ \hline \end{array}$$

$$MC = (3) \quad (1) \quad (2)$$

$$\Gamma = \overset{+}{(3,2)} \ \overset{-}{(1,2)} \ \overset{+}{(1,4)} \qquad \theta = 3$$

$$X^{(2,2)} = \begin{array}{|cccc|c|c|} \hline & & & \boxed{3} & 0 & (4) \\ \hline \boxed{2} & & \boxed{2} & & 0 & \\ \hline \boxed{1} & \boxed{3} & & & \not{3}\ 0 & \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{c} LL \\ \\ \\ \\ \end{array} \qquad \begin{array}{c} ML \\ \\ \\ \\ \end{array}$$

$$LC = \begin{array}{|cccc|} \hline 0 & 0 & 0 & \not{3} \\ & & & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$MC = (1)$$

Se observă că $X^{(2,2)}$ este soluție admisibilă deci este și soluția optimă.

$$X^* = \begin{bmatrix} & & & 3 \\ 2 & 2 & & \\ 1 & 3 & & \end{bmatrix} \qquad t^* = 7$$

Acest algoritm este ușor programabil la calculator. A fost programată o subrutină numită TRANTIMP în limbajul FORTRAN ce conține 219 instrucțiuni.

Pe un număr de 12 probleme de test s-au obținut următoarele rezultate de calcul.

Problema	Număr linii	Număr coloane	Număr reduceri	Număr drumuri	Timp (secunde)
1	21	20	1	2	0,80
2	26	60	3	2	3,33
3	31	30	1	2	1,29
4	31	70	1	4	3,10
5	41	40	1	1	1,88
6	41	50	1	1	2,26
7	51	10	1	3	0,89
8	51	50	1	1	2,72
9	56	45	4	7	9,02
10	61	60	3	2	6,58
11	71	30	1	2	2,59
12	71	70	1	4	6,10

În comparație cu metoda potențialelor, prezenta metodă este ușor programabilă, este exclusă degenerarea deoarece prima soluție admisibilă este și soluția optimă.

În general numărul de reduceri este mic, de cele mai multe ori este suficient fluxul maxim pentru prima reducere pentru a găsi soluția optimă.

BIBLIOGRAFIE

1. BOIAN FL.: *Metoda reducerii și marcajelor pentru rezolvarea problemei transporturilor.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 3, București, 1977, pag. 95—105.
2. IONESCU H., MIRESCU P., NADEJDE I.: *Programare liniară.* Editura științifică, București, 1964.
3. IONESCU T.: *Grafuri-aplicații.* Volumul II, Editura didactică și pedagogică, București, 1974.
4. MARUSCIAC I.: *Programare matematică.* Curs litografiat, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj, 1977.
5. ZUHOVICKIJ S. I., AVDEEVA L. I.: *Linojnoe i vypukloe programmirovanie.* Nauka, Moskva, 1964.

16. 10. 1979

ST. MUSTĂȚEA
Catedra de cibernetică economică — A.S.E.

Sistem mixt de stabilire a necesarului

În lucrare se prezintă o propunere de utilizare a calculatoarelor electronice, în regim conversațional, pentru stabilirea necesarului de materii prime, materiale etc., pentru realizarea unor sarcini de plan într-o anumită perioadă de timp. Cu același sistem, se pot face calcule de necesar și după terminarea unui ciclu de producție pentru a stabili consumurile și costurile efective.

Din diverse motive mai mult sau mai puțin obiective, calculele pentru stabilirea necesarului, deși foarte simple, nu se pot face întotdeauna așa cum ar trebui. În majoritatea cazurilor sîntem obligați să ne mulțumim cu unele estimări acoperitoare, pe baza cărora se trece la aprovizionare.

Calculatoarele electronice pot contribui la îmbunătățirea acestora atît sub aspectul operativității, cît și sub cel al exactității. Singura condiție, aparent ușoară, este ca să existe informațiile necesare, respectiv cele referitoare la sarcinile de producție și cele referitoare la tehnologiile de fabricație ale acestora.

Metoda prelucrării pe loturi poate face față în condiții bune cerințelor, însă are unele mari dezavantaje:

— sînt numeroase cazurile cînd în cadrul unei tehnologii (rețetă de fabricație), unul sau mai multe materiale trebuie înlocuite cu altele;

— modificări de ultimă oră în lista sarcinilor de producție;

— calcule de necesar pe anumite porțiuni din lista sarcinilor de producție etc.

Utilizarea terminalelor în sistemul de stabilire a necesarului, poate spori operativitatea în obținerea rezultatelor așteptate, înlăturînd deficiențele semnalate mai sus.

Modelul matematic ce poate fi folosit are următoarele notații:

p_i — sarcina de plan pentru produsul i;

$P_T(p_1, p_2, \ldots, p_n)$ — vectorul sarcinilor de plan, în perioada T;

m_j — cantitatea existentă în stoc, din materialul j, la începutul perioadei T;

$M_T\ (m_1, m_2, ..., m_n)$ — vectorul stocurilor, la începutul perioadei T;

$c_{11}, c_{12}, ...c_{1j},...c_{1n}$ — rețeta de fabricație tehnologică a unei unități din produsul unu (pentru care există sarcina de producție p_1);

$c_{i1}, c_{i2},..., c_{ij},...,c_{im}$ — rețeta de fabricație a unei unități din produsul i (sarcină de producție p_i);

c_{ij} — consum specific din materialul j pentru o unitate din produsul i (sarcina de producție pi);

C — matricea consumurilor specifice;

$n_1 = \sum_{i=1}^{n} c_{i1}p_i$ — necesarul din materialul 1, pentru realizarea sarcinilor de plan în perioada T;

$n_j = \sum_{i=1}^{n} c_{ij}p_j\ (j = 1,2..., m)$ — necesarul de materiale pentru realizarea planului de producție în perioada T;

$N(n_1,n_2,...,n_m)$ — vectorul necesarului de materiale;

$N = C.P.$ — relația matricială a calculului de necesar.

Pentru realizarea operativă a calculelor de necesar se propune o soluție mixtă (figura 1), care să permită atît prelucrarea în loturi [4], cît și în regim conversațional.

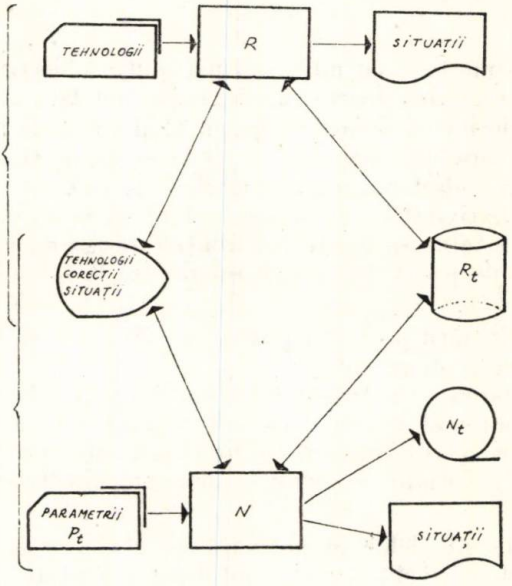


FIG. 1. SISTEM MIXT DE CALCULUL NECESARULUI

Subsistemul de programare **R**, are sarcina de a încărca și întreține la zi, fișierul de rețete tehnologice $\mathbf{R}_t$ (prelucrarea în loturi). Încărcarea și mai ales întreținerea acestui fișier se poate face mult mai operativ și prin intermediul terminalelor $\mathbf{T}_i$. Prin aceste terminale se pot obține și eventuale veri-

ficări ale unor rețete din acest fișier și chiar unele mici situații privind conținutul fișierului $\mathbf{R}_t$.

Subsistemul de programe **N** realizează calculele efective, de necesar, preluînd informațiile necesare din fișierele $\mathbf{P}_t$ și $\mathbf{R}_t$. Aceste calcule pot fi controlate prin cîțiva parametri ce se dau la intrare. Rezultatele calculelor se listează la imprimantă dar se păstrează și în fișierul $\mathbf{N}_t$. Eventualele corecții asupra unor calcule precedente se pot face mai ales prin terminalele $\mathbf{T}_t$. Tot prin ele se pot face calcule parțiale de necesar în funcție de anumite cerințe.

APLICABILITATE

Sistemul propus poate funcționa cu rezultate foarte bune oriunde se pot încărca cele două fișiere $\mathbf{P}_t$ și $\mathbf{R}_t$, adică în foarte multe unități industriale, în restaurante, cantine, crescătorii etc.

Este necesar accesul la un calculator electronic, care permite și prelucrarea de la distanță prin intermediul terminalelor.

În funcție de importanța acestor calcule, în unitatea respectivă trebuie creat și un colectiv care să se ocupe în permanență de acest sistem.

De menționat că aceste calcule se pot face și după ce procesul de producție s-a terminat (pentru a stabili consumurile și costurile efective).

BIBLIOGRAFIE

1. * * * *Programul Partidului Comunist Român de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintarea României spre comunism.* Editura politică, București, 1979.
2. NICOLAE CEAUȘESCU: *Raport la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român.* Editura politică, București, 1979.
3. MANEA MĂNESCU: *Cibernetica economică.* Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1979.
4. MUSTAȚEA ST.: *Microsistem informatic pentru aprovizionarea tehnico-materială, a unei întreprinderi.* Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică, nr. 4, 1974.

16. 04. 1980

Dr. E. PECICAN
Catedra de statistică
teoretică — A.S.E.

Un model econometric de prognoza a evoluției costurilor de producție

Autorul utilizează modelul econometric cu ecuații simultane, aplicat de regulă în analiza macroeconomică, pentru rezolvarea unei probleme relativ limitate: prognoza costurilor de producție. La elaborarea modelului sînt utilizate rezultatele analizei factoriale cu scopul de a se da un suport obiectiv etapei de specificație. Predicțiile sînt elaborate în mai multe variante în raport cu diversele nivele preconizate pentru variabilele exogene.

Obiectivul propus este acela de a se ajunge la o prognoză a evoluției costului de producție pornind de la cauzele care influențează elementele de cost. Procedeul este particularizat pentru cazul producției extractive de minereuri neferoase. *

Specificul problemelor legate de determinarea costului de producție poate fi redat succint astfel: costul de producție, reprezentînd cheltuielile întreprinderii generate de producerea unui bun material, rezultă în urma aplicării unui algoritm de colectare a cheltuielilor directe și indirecte necesitate de fabricarea respectivului produs; cheltuielile, fie directe fie indirecte, sînt funcție de anumiți factori; factorii, la rîndul lor, pot fi clasificați în factori primari și factori derivați, aceștia din urmă fiind interdependenți și de importanță diferită.

Rezultă că, pentru a rezolva problema predicției în domeniul costurilor de producție, este necesar să avem în vedere că variabila cost este formată

* Elaborarea modelului a fost prilejuită de colaborarea cu cercetătorii I.E.I. la studiul destinat prognozei evoluției cheltuielilor de producție la principalele resurse naturale. Datele utilizate au fost culese și omogenizate de către S. Dobrică — cercetător principal, căruia îi rămînem îndatorați și pentru sugestiile făcute în vederea elaborării sistemului de ecuații.

din elemente componente aflate sub incidența unor influențe conjugate care acționează în decursul timpului.

O rezolvare a problemei propuse, în condițiile în care specificul este cel arătat mai sus, este posibilă dacă apelăm la modelul econometric cu ecuații simultane.

Argumente: fiecare element de cost este dependent de unul sau mai mulți factori sistematici precum și de cauze accidentale. Ca urmare, putem formula, pentru fiecare element de cost, o ecuație de regresie cu scopul de a exprima dependența sa în raport cu factorii cei mai importanți; elementele de cost, ca și o parte dintre factori se află în relații de interdependență. Ca urmare, este necesar și totodată posibil, să redăm sistemul de legături printr-un sistem de ecuații de regresie interdependente. Interdependența între ecuații rezultă din faptul că, pe de o parte, unele variabile sînt comune mai multor ecuații iar pe de altă parte, o variabilă efect într-o ecuație poate apare ca factor într-o altă ecuație.

În forma sa cea mai generală, un model econometric cu ecuații simultane, se prezintă astfel *:

$$BY_t + \Gamma X_t = U_t \qquad (1)$$

unde: Y reprezintă vectorul variabilelor endogene — pentru care se pot obține valori ajustate în urma aplicării modelului;

X — vectorul variabilelor predeterminate (factori principali);

U — vectorul variabilei de perturbație — efect al cauzelor accidentale;

B, Γ — matrice ale parametrilor de regresie.

Dintre variabilele predeterminate care apar în model o importanță aparte o prezintă acele variabile asupra cărora organul de decizie își poate exercita influența în sensul că le poate modifica nivelul în raport de obiectivele economice. Astfel de variabile cum ar fi: nivelul investițiilor, creșterea legiferată a retribuirii etc., constituie adevărate pîrghii în atingerea obiectivelor economice. În cele ce urmează, le vom denumi variabile exogene de control și în sistemul de ecuații (2—14) ele sînt puse în evidență prin litere aldine.

Principalul avantaj al utilizării unui astfel de model este acela că permite realizarea unei simulări a procesului economic analizat, în sensul că, în urma estimării parametrilor modelului, putem genera valori pentru variabilele endogene corespunzător diverselor ipoteze formulate cu privire la evoluția variabilelor exogene. În acest fel, în urma comparării rezultatelor obținute prin diversele „experimente" realizate pe hîrtie, în condiții întrucîtva similare celor de laborator, sîntem în măsură să decidem asupra manevrării variabilelor exogene de control cu scopul de a obține efectele dorite.

Limitele modelelor de acest tip își au izvorul în ipotezele de ordin conceptual și metodologic pe care le presupun: ipoteza conform căreia variabilele incluse în model sînt cele mai indicate; ipotezele de ordin metodologic impuse

* Întrucît în prezentul studiu nu ne propunem să dăm detalii cu privire la metodele statistico-matematice folosite în econometrie, recomandăm celor interesați lucrările [4], [5], [6].

de metoda de estimare a parametrilor; ipoteza conform căreia „istoria se va repeta" atît în ceea ce privește intensitatea legăturilor cît și a cîmpului de factori determinanți.

Am căutat să diminuăm dezavantajele restrîngînd aplicativitatea modelului la o problemă relativ limitată (problema costurilor), introducînd analiza factorială în etapa de alegere a variabilelor, aplicînd metoda celor mai mici pătrate în două stadii în vederea estimări parametrilor, micșorînd orizontul previzional la 4 ani, perioadă după care se recomandă actualizarea datelor.

Etapele general valabile în elaborarea și rezolvarea modelului econometric cu ecuații simultane au fost parcurse astfel:

a. **Specificația.** În alegerea variabilelor s-a ținut seama, în primul rînd, de considerentele specialiștilor în domeniul costurilor pentru produsele industriei extractive [3]. Variabilele considerate au servit drept mărimi de intrare în modelul analizei factoriale [1]. În urma aplicării modelului au rezultat două cauze latente (factorii comuni F_1 și F_2) pentru care s-a dat următoarea interpretare: F_1 — trendul evolutiv exercitat îndeosebi asupra producției; F_2 — rezervele de minereu și influența lor asupra investițiilor și numărului de personal. Cei doi factori comuni au polarizat în jurul lor toate variabilele determinînd fiecare variabilă în proporție de cel puțin 80%. S-a căutat ca la elaborarea fiecărei ecuații din sistemul (2—13) să fie incluse variabilele reprezentative aparținînd uneia sau ambelor cauze latente așa încît multicoliniaritatea să fie cît mai mică în condițiile atingerii unui grad de determinare a variabilelor endogene satisfăcător.

În funcție de principalele elemente de cost precum și de factorii derivați existenți, au fost formulate 13 ecuații structurale (2—14). Ecuațiile de regresie (2—13) sînt de formă liniară corespunzător constatărilor făcute pe baza observațiilor culese pentru perioada 1963—1977, recurgîndu-se la liniarizări atunci cînd a fost cazul. Relația (14) reprezintă o ecuație de balanță.

b. **Identificarea.** Cu scopul de a verifica dacă sistemul de ecuații (2—13) admite o soluție pentru toate necunoscutele, s-a procedat la analiza fiecărei ecuații de regresie. Întrucît numărul de variabile este de 16, iar în fiecare ecuație apar maximum 5 variabile, aceasta presupune că numărul variabilelor excluse în fiecare ecuație este de cel puțin 11. Datorită faptului că numărul de variabile excluse în fiecare dintre ecuații este mai mare sau egal cu numărul de ecuații minus unu, rezultă că condiția de ordin este îndepinită. Ecuațiile sînt supraidentificate cu excepția ecuației (9) care este identificată.

c. **Estimarea parametrilor.** Pentru estimarea parametrilor s-a utilizat metoda celor mai mici pătrate în două stadii. Într-un prim stadiu, s-a procedat la reformularea modelului în varianta redusă în care variabilele endogene au fost puse în corespondență cu variabilele predeterminate. Cu ajutorul pachetului de programe „Veronica" s-au obținut estimatori pentru parametrii de regresie și date ajustate. Într-un al doilea stadiu, s-a revenit la forma structurală (2—13) înlocuind însă valorile empirice ale variabilelor endogene cu valorile ajustate obținute în primul stadiu. Estimatorii parametrilor de regresie obținuți pentru forma structurală sînt redați în modelul prezentat mai jos:

$$F_t = 4433 + 0{,}578\ \mathbf{I}_t + 533{,}663\ T + e_1 \quad (2)$$

$$P_t = 22832{,}7 - 0{,}368\ F_t + 0{,}606\ \mathbf{I}_t + 0{,}042\ \mathbf{R}_t + e_2 \quad (3)$$

$$L_t = 926{,}47 - 34{,}9\ T + 0{,}207 \cdot 1/\mathbf{R}_t + e_3 \quad (4)$$
$$Q_t = 72565{,}8 + 0{,}254\ P_t - 0{,}173\ F_t - 73{,}831\ L_t + e_4 \quad (5)$$
$$M_t = -4084412 + 61{,}289\ Q_t + 3776{,}133\ L_t + e_5 \quad (6)$$
$$E_t = -93{,}245 + 2{,}382\ Q_t + 0{,}181\ \mathbf{R}_t + e_6 \quad (7)$$
$$A_t = -94018{,}12 + 15{,}658\ F_t + e_7 \quad (8)$$
$$S_t = -880132{,}3 + 46{,}267\ P_t + 2{,}345\ Q_t - 280{,}4\ C_t + 138{,}04\ \mathbf{D}_t + e_8 \quad (9)$$
$$U_t = -142230 - 4{,}877\ Q_t + 33{,}674\ F_t + e_9 \quad (10)$$
$$G_t = -92095 + 7{,}622\ Q_t + 23{,}854\ \mathbf{D}_t + e_{10} \quad (11)$$
$$H_t = -52748{,}6 + 4{,}508\ Q_t + e_{11} \quad (12)$$
$$N_t = -1351{,}23 + 0{,}773\ Q_t + e_{12} \quad (13)$$
$$C_t = M_t + E_t + A_t + S_t + U_t + G_t + H_t + N_t \quad (14)$$

unde: F — fonduri fixe; **I** — investiții, T — timp, P — număr de personal, **R** — rezerve de minereu, L — conținut util, Q — producție, M — cheltuieli materiale, E — cheltuieli cu energia electrică, A — amortizare, S — fond de retribuire, **D** — creșterea legiferată a retribuției medii, U — cheltuieli cu întreținerea utilajelor, G — cheltuieli generale ale secțiilor, H — cheltuieli generale ale întreprinderii, N — cheltuieli cu transportul minereului, C — cost total.

d. **Testarea.** Parametrii de regresie au fost verificați în sensul testului t prin mijlocirea pachetului de programe utilizat.

e. **Predicții.** În vederea obținerii de prognoze privind costul de producție pentru minereuri neferoase s-a atribuit variabilelor exogene valori în diverse configurații.

Astfel, o primă variantă (A) are în vedere cifrele de plan privind volumul investițiilor în subramura extractivă de minereuri neferoase (**I**), creșterile de retribuire preconizate în cincinalul actual și următor (**D**), rezervele de minereu în varianta cea mai probabilă (**R**).

Varianta B, presupune o creștere mai ponderată a rezervelor și, corespunzător, a investițiilor.

Varianta C, presupune atragerea în exploatare de noi rezerve, superioare cantitativ evaluărilor actuale, ceea ce implică și investiții suplimentare.

În tabelul de mai jos sînt redate, în mărimi relative, nivelele evolutive ale costurilor per tonă de minereu, în corespondență cu nivelele evolutive prevăzute pentru variabilele exogene de control.

Ani	Varianta A				Varianta B				Varianta C			
	I	**D**	**R**	*C*	**I**	**D**	**R**	*C*	**I**	**D**	**R**	*C*
1977	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1980	66,2	132,5	112,5	98,8	68,6	144,3	101,2	99,5	137,2	150	113,8	105,9
1981	116,1	137,2	115	105,2	85,7	155,8	107,5	103,3	137,2	161,5	120,1	106,7
1982	119,7	141,8	117,6	106,4	85,7	161,6	107,5	103,7	137,2	173,1	126,4	107,8
1983	118,8	146,5	122,7	106,3	85,7	161,6	107,5	100,1	137,2	173,1	126,4	106,6

În condițiile în care nivelele planificate pentru perioada 1980—1983 privind investițiile, rezervele și creșterea retribuției medii vor fi realizate la nivelul prevăzut, prognoza evoluției costului în varianta A are cele mai mari șanse de a fi confirmată de realitate. Analiza comparativă a prognozelor elaborate în ipotezele arătate evidențiază una dintre variante (varianta B) care conduce la o creștere minimă a costului în cei patru ani de prognoză.

BIBLIOGRAFIE

1. HARMAN H.: *Modern Factor Analysis.* The University of Chicago Press, Chicago, 1962.
2. KMENTA J.: *Elements of Econometrics.* The Mc Millan Co., 1971.
3. * * * :*Contribuții privind prognoza costurilor de producție.* Editura Academiei R.S.R., București, 1976.
4. MALINVAUD E.: *Méthodes statistiques de l'économétrie.* Paris, Dunod, 1968.
5. CHRIST C. F.: *Econometric Models and Methods* . New York, Willey, 1966.
6. TŐVISSI L., PECICAN E.: *Curs de calcul economic. Metode și tehnici econometrice al calculului economic.* A.S.E., București, 1974.

25.06.1979

N. CHIRU
ANTONIA CRUSEVAN
Dr. ing. AL. STROIA
Institutul de cercetări pentru industrie
și chimie alimentară

Modelarea procesului tehnologic de fierbere și cristalizare a zahărului

În lucrare se prezintă un algoritm pentru descrierea bilanțului de materiale al procesului tehnologic de fierbere și cristalizare a zahărului

Scopul cristalizării este de a separa sub formă cristalină zahărul din zeama groasă. Acest obiectiv nu poate fi realizat practic, printr-o singură fierbere și cristalizare, deoarece ar rezulta o masă groasă (amestec de cristale și sirop mamă) cu conținut foarte mare de cristale, care își pierd mobilitatea și ca atare nu mai pot fi separate de siropul mamă (intercristalin). Aceasta conduce la necesitatea unor firberi și cristalizări repetate.

Ansamblul fierberilor și cristalizărilor repetate și circulația siropurilor mamă și a zahărului rezultat în diferitele trepte ale procesului efectuate în scopul separării sub formă cristalină a zahărului din zeama groasă constituie schema tehnologică de fierbere și cristalizare a zahărului. Sub forma ei cea mai generală o schemă de fierbere și cristalizare se prezintă astfel:

La concentrarea zemii groase se obține masa groasă produs I, din care, prin centrifugare, rezultă zahărul tos și siropul intercristalin (sirop verde), precum și sirop alb care provine din spălarea cristalelor în centrifugă.

În masa groasă produs I se dirijează și cleră (soluție de zahăr produs II sau III). De asemenea, poate fi recirculat și sirop alb.

Prin fierberea siropului verde I și alb I se obține masă groasă produs II. În masa groasă produs II se poate dirija zeama groasă deja obținută din zahăr brut produs finit sau masă picior cristal.

Prin centrifugarea masei produs II se obține: zahăr brut II, sirop verde II și sirop alb II.

Siropul alb II și siropul verde II supuse fierberii conduc la obținerea masei groase produs III. În cazul schemelor cu afinarea zahărului brut se mai introduce la masa groasă produs III și sirop de afinare.

Prin centrifugarea masei groase produs III rezultă melasa și zahăr brut III. Afinarea are drept scop creșterea purității zahărului produs III prin spălarea cristalelor cu un sirop cu o puritate mai ridicată decît a melasei (sirop verde I).

Prin acest procedeu se obține zahăr brut afinat și sirop de afinare.

Schema descrisă, este prezentată grafic în figura 1. În practică, prin combinarea operațiilor principale și metodelor de lucru, rezultă un număr mare de scheme de fierbere și cristalizare. Astfel, în funcție de numărul treptelor de fierbere și cristalizare se practică scheme cu două, trei, patru sau cinci produse.

Acestea la rîndul lor, în funcție de recircularea siropurilor de centrifugare și a zahărului brut, generează o serie de alte variante de scheme de fierbere și cristalizare:

— cu afinare;

— cu picior cristal;

— cu precentrifugarea procesului final;

— cu sirop standard, cu dirijarea zemii groase la produsul I — II — III;

— cu recircularea siropului alb la produsul din care a fost separat;

— cu obținerea siropului unic de centrifugare la produsul I și II în locul siropurilor alb și verde;

— cu dirijarea clerei I și II la produsul I sau II etc.

Din variantele de scheme prezentate mai sus, pot rezulta o multitudine de alte scheme.

În principal numărul mare de scheme este determinat de:

— calitatea materiei prime (zeama groasă);

— caracteristicile fizico-chimice ale subproduselor în circulație, ale zahărului produs finit ce trebuie obținut și ale melasei;

— consumul de energie corelat cu calitatea materiei prime și caracteristicile fizico-chimice a subproduselor în circulație, a zahărului produs finit și a melasei.

Stabilirea schemei tehnologice optime — corelată cu calitatea materiei prime și calitatea zahărului ce trebuie obținut și conducerea corectă a procesului de fierbere și cristalizare, necesită cunoașterea cantităților de masă groasă, de siropuri și de produse ce sînt în circulație în fluxul tehnologic, compoziția lor chimică, cantitatea de apă adăugată la centrifugare, cantitatea de apă evaporată în aparatele de vacum etc. Acestea, pot fi determinate cu ajutorul bilanțului de materiale. Inconvenientul constă însă în faptul că determinarea bilanțului de materiale necesită un volum mare de calcule, chiar în cazul unei singure scheme de fierbere și cristalizare. Se cunosc metode de calcul care se bazează pe dependența matematică dintre compoziția chimică și masa produsului respectiv, exprimată în kg/% sfeclă sau

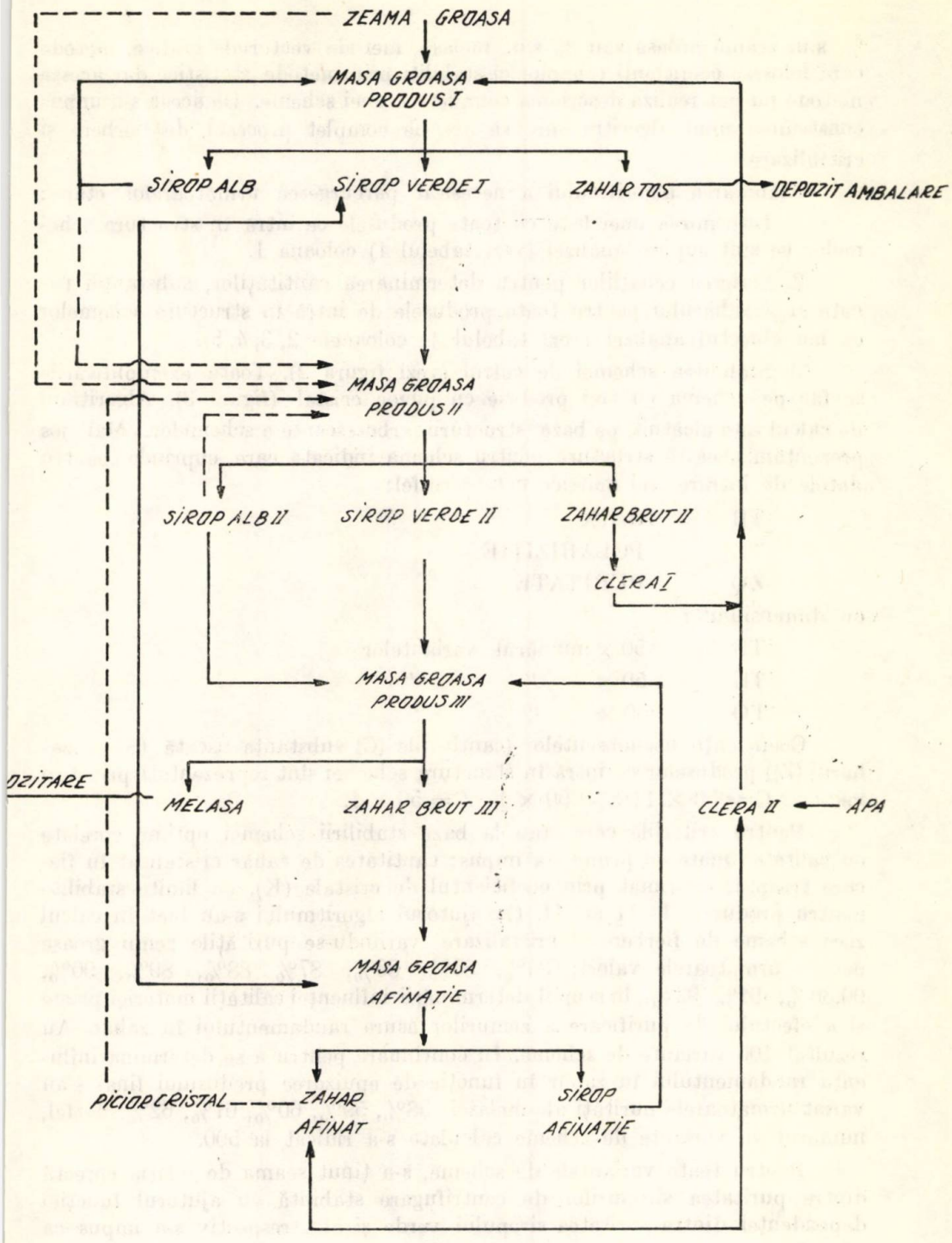

ZEAMA GROASA
MASA GROASA PRODUS I
SIROP ALB
SIROP VERDE I
ZAHAR TOS
DEPOZIT AMBALARE
MASA GROASA PRODUS II
SIROP ALB II
SIROP VERDE II
ZAHAR BRUT II
CLERA I
MASA GROASA PRODUS III
OZITARE
MELASA
ZAHAR BRUT III
CLERA II
APA
MASA GROASA AFINAȚIE
PICIOR CRISTAL
ZAHAR AFINAT
SIROP AFINAȚIE

Fig. 1

% s.u. zeamă groasă sau % s.u. melasă, metode vectoriale grafice, metode care folosesc coeficienți tehnologici stabiliți prin metode statistice dar aceste metode nu pot realiza descrierea completă a unei scheme. De aceea s-a impus construirea unui algoritm care să descrie complet procesul de fierbere și cristalizare.

Elaborarea algoritmului a necesitat parcurgerea următoarelor etape:

1. Intocmirea unei liste cu toate produsele ce intră în structura schemelor ce sînt supuse analizei (vezi tabelul 1) coloana 1.

2. Scrierea ecuațiilor pentru determinarea cantităților, substanței uscate și a zahărului pentru toate produsele de intră în structura schemelor ce fac obiectul analizei (vezi tabelul 1, coloanele 2, 3, 4, 5).

3. Stabilirea schemei de calcul (vezi figura 2). Toate exemplificările se fac pe schema cu trei produse cu picior cristal (figura 3). Algoritmul de calcul este alcătuit pe baza structurii arborescente a schemelor. Mai jos prezentăm această structură pentru schema indicată care cuprinde pentru datele de intrare trei matrice notate astfel:

TB	BRIX
TL	POLARIZIȚIE
ZQ	PURITATE

cu dimensiunile:

TB	50 × numărul variantelor
TL	50 × " "
TQ	50 × " "

Coeficienții necunoscutelor (cantitățile (C) substanța uscată (S) și zahărul (Z)) produselor ce intră în structura schemei sînt reprezentați prin trei vectori: $C = 50 \times 1$; $S = 50 \times 1$; $Z = 50 \times 1$.

Pentru criteriile care stau la baza stabilirii schemei optime corelate cu calitatea materiei prime s-a impus: cantitatea de zahăr cristalizat în fiecare treaptă, exprimat prin coeficientul de cristale (K), cu limite stabilite pentru produsele I—II și III. Cu ajutorul algoritmului s-au luat în calcul zece scheme de fierbere și cristalizare, variindu-se purităților zemii groase pentru următoarele valori: 84%, 85%, 86%, 87% 88%, 89%, 90%, 90,36%, 91% 92%, în scopul determinării influenței calității materiei prime și a efectului de purificare a zemurilor asura randamentului în zahăr. Au rezultat 100 variante de scheme. În continuare pentru a se determina influența randamentului în zahăr în funcție de epuizarea produsului final s-au variat următoarele purități ale melasei: 58%, 59%, 60%, 61%, 62%. Astfel, numărul de variante de scheme calculate s-a ridicat la 500.

Pentru toate variantele de scheme, s-a ținut seama de relația corectă dintre puritatea siropurilor de centrifugare stabilită cu ajutorul funcției dependenței dintre puritatea siropului verde și alb, respectiv s-a impus ca

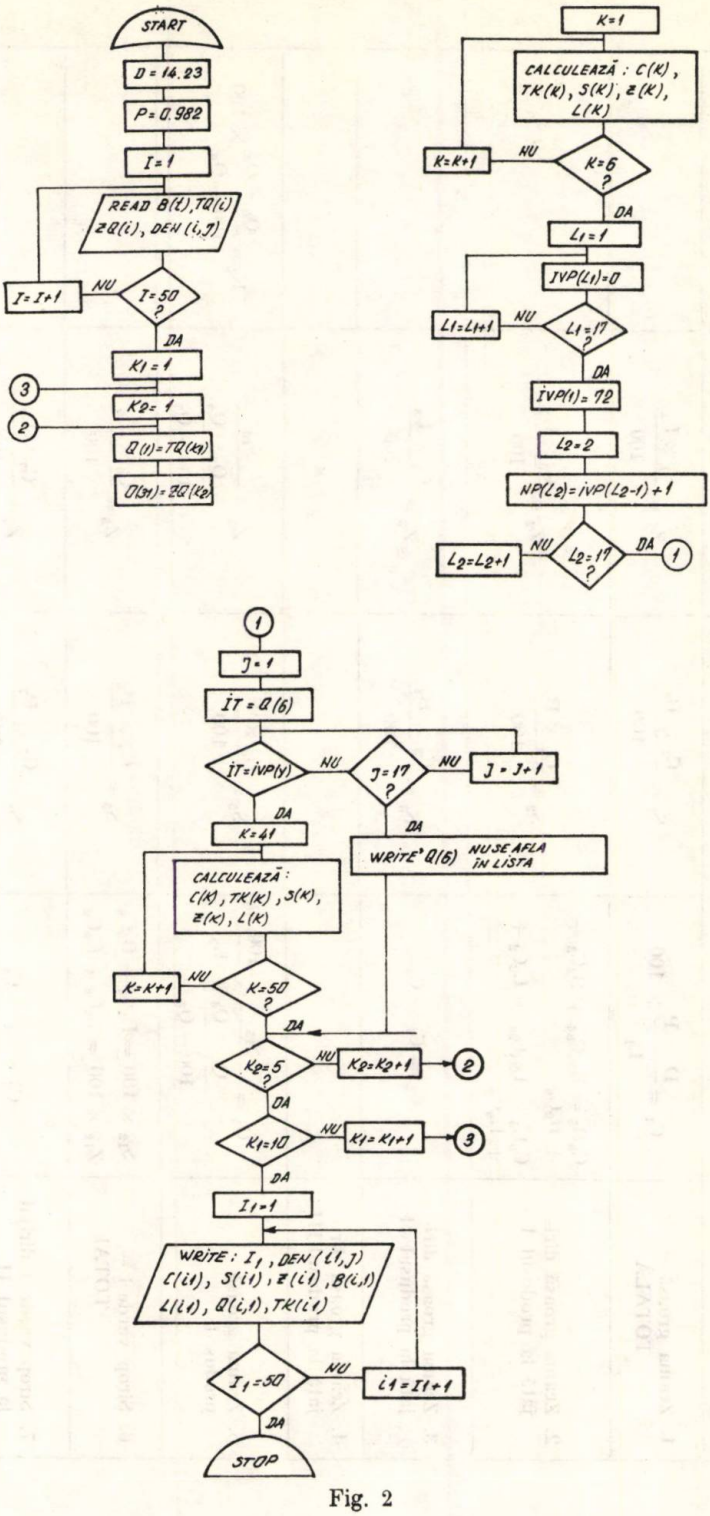

START
D = 14.23
P = 0.982
I = 1
READ B(I), TQ(i)
ZQ(i), DEN (i,j)
I = I+1
NU
I = 50
?
DA
K1 = 1
3
K2 = 1
2
Q(1) = TQ(K1)
Q(J1) = ZQ(K2)
K = 1
CALCULEAZĂ : C(K),
TK(K), S(K), Z(K),
L(K)
K = K+1
NU
K = 6
?
DA
L1 = 1
IVP(L1) = 0
L1 = L1+1
NU
L1 = 17
?
DA
IVP(1) = 72
L2 = 2
NP(L2) = IVP(L2-1) + 1
L2 = L2+1
NU
L2 = 17
?
DA
1
1
J = 1
IT = Q(6)
IT = IVP(J)
NU
J = 17
?
NU
J = J+1
DA
K = 41
DA
WRITE Q(6) NU SE AFLA
IN LISTA
CALCULEAZĂ :
C(K), TK(K), S(K),
Z(K), L(K)
K = K+1
NU
K = 50
?
DA
K2 = 5
?
NU
K2 = K2+1
2
DA
K1 = 10
NU
K1 = K1+1
3
DA
I1 = 1
WRITE : I1, DEN (i1, j)
C(i1), S(i1), Z(i1), B(i,1)
L(i1), Q(i,1), TK(i1)
I1 = 50
NU
i1 = I1+1
DA
STOP

Fig. 2

Tabel nr. 1

Denumirea produsului	Cantitatea % sfeclă C	Substanța uscată % sfeclă S	Zahăr % sfeclă Z	Randament de cristalizare % masa groasă K
1. Zeama groasă — TOTALĂ	$C_1 = \frac{D - P}{L_1} \times 100$	$S_1 = \frac{C_1 \times B_1}{100}$	$Z_1 = \frac{C_1 \times L_1}{100}$	
2. Zeama groasă dirijată la produsul I	$C_5B_5 = B_{34}C_{34} + B_2C_2 + B_9C_9$ $C_5L_5 = L_{34}C_{34} + L_2C_2 + L_9C_9$	$S_2 = \frac{C_2 \times B_2}{100}$	$Z_2 = \frac{C_2 \times L_2}{100}$	
3. Zeama groasă dirijată la produsul II	$C_3 = C_1 - C_2$	$S_3 = \frac{C_3 \times B_2}{100}$	$Z_3 = \frac{C_3 \times L_3}{100}$	
4. Zeama groasă dirijată la produsul III	×	×	×	
5. Zeama groasă produs I	$C_5 = \frac{S_{15}}{\frac{Q_5 - Q_6}{100 - Q_6}} \times \frac{100}{L_5}$	$S_5 = \frac{C_5 \times B_5}{100}$	$Z_5 = \frac{S_{15}}{\frac{Q_5 - Q_6}{100 - Q_7}}$	$K_5 = \frac{Q_5 - Q_6}{100 - Q_6} \times 100$
6. Sirop verde I — TOTAL	$S_{12} \times 100 = B_6C_6 + B_9C_9$ $Z_{12} \times 100 = L_6C_6 + L_9C_9$	$S_6 = \frac{C_6 \times B_6}{100}$	$Z_6 = \frac{C_6 \times L_6}{100}$	
7. Sirop verde I dirijat la produsul II	$C_7 = C_6 - C_8$	$S_7 = \frac{C_7 \times B_7}{100}$	$Z_7 = \frac{C_7 \times L_7}{100}$	
8. Sirop verde I dirijat la afinare	$C_8 = C_{28} - C_{27} \times \frac{70}{B_6}$	$S_8 = \frac{C_8 \times B_8}{100}$	$Z_8 = \frac{C_8 \times L_8}{100}$	

0	1	2	3	4	5
9.	Sirop alb I — TOTAL	$S_{12} \times 100 = B_6C_6 + B_9C_9$ $Z_{12} \times 100 = L_6C_6 + L_9C_9$	$S_9 = \frac{C_9 \times B_9}{100}$	$Z_9 = \frac{C_9 \times L_9}{100}$	
10.	Sirop alb I recirculat la produsul I	$C_{10} = C_9$	$S_{10} = \frac{C_{10} \times B_{10}}{100}$	$Z_{10} = \frac{C_{10} \times L_{10}}{100}$	
11.	Sirop alb I dirijat la produsul II	×	×	×	
12.	Sirop unic I — TOTAL	×	$S_{12} = S_5 - S_{15}$	$Z_{12} = Z_5 - Z_{15}$	
13.	Sirop unic I dirijat la afinare	×	×	×	
14.	Sirop unic I dirijat la produsul II	×	×	×	
15.	Zahăr tos	$C_{15} = C_1 \frac{B_1(Q_1 - Q_{31})}{100 - Q_{31}} \times \frac{100}{L_{15}} \times$	×	×	
16.	Masa groasă produs II	$C_{16} = \frac{S_{16}}{B_{16}} \times 100$	$S_{16} = S_7 + S_3 + S_{32}$	$Z_{16} = Z_7 + Z_3 + Z_{32}$	$K = \frac{Q_{16} - Q_{17}}{100 - Q_{17}} \times 100$
17.	Sirop verde II — TOTAL	$S_{21} \times 100 = B_{17}C_{17} + B_{20}C_{20}$ $Z_{21} \times 100 = L_{17}C_{17} + L_{20}C_{20}$	$S_{17} = \frac{C_{17} \times B_{17}}{100}$	$Z_{17} = \frac{C_{17} \times L_{17}}{100}$	
18.	Sirop verde II dirijat la masa artificială	×	×	×	
19.	Sirop verde II dirijat la produsul III	×	×	×	

0 1	2	3	4	5
20. Sirop alb II	$S_{21} \times 100 = B_{17}C_{17} + B_{20}C_{20}$ $Z_{21} \times 100 = L_{17}C_{17} + L_{20}C_{20}$	$S_{20} = \frac{C_{20} \times B_{20}}{100}$	$Z_{20} = \frac{C_{20} \times L_{20}}{100}$	
21. Sirop unic II	×	×	×	
22. Sirop unic II dirijat la masa artificială	×	×	×	
23. Sirop unic II dirijat la produsul III	×	×	×	
24. Zahăr brut II	$C_{24} = \frac{S_{34}}{B_{24}} \times 100$	$S_{24} = S_{34}$	$Z_{24} = Z_{34}$	
25. Masa groasă produs III fiartă	$C_{25} = C_{26} \times \frac{B_{26}}{B_{25}}$	$S_{25} = \frac{C_{25} \times B_{25}}{100}$	$Z_{25} = \frac{C_{25} \times L_{25}}{100}$	$K = \frac{Q_{25} - Q_{31}}{100 - Q_{31}} \times 100$
26. Masa groasă produs III malaxată	$C_{26} = C_{27} + C_{31}$	$S_{26} = \frac{C_{26} \times B_{26}}{100}$	$Z_{26} = \frac{C_{26} \times L_{26}}{100}$	
27. Zahăr brut III final	$C_{27} = \frac{C_{31} \times B_{31}(Q_{25} - Q_{31})}{B_{27}(Q_{27} - Q_{25})}$	$S_{27} = \frac{C_{27} \times B_{27}}{100}$	$Z_{27} = \frac{C_{27} \times B_{27}}{100}$	
28. Masa groasă afinare	$C_{28} = C_{27} \times \frac{B_{27} - 70}{B_{28} - 70}$	$S_{28} = \frac{C_{31} \times B_{28}}{100}$	$Z_{28} = \frac{C_{28} \times L_{28}}{100}$	
29. Sirop de afinare	$C_{29} = S_{28} - S_{30} \frac{100}{B_{29}}$	$S_{29} = \frac{C_{29} \times B_{29}}{100}$	$Z_{29} = \frac{C_{28} \times L_{29}}{100}$	
30. Zahăr brut III afinat	$C_{30} = C_{28} \frac{B_{28} - B_{29}}{B_{30} - B_{29}}$	$S_{30} = \frac{C_{30} \times B_{30}}{100}$	$Z_{30} = \frac{C_{30} \times L_{30}}{100}$	

0 1	2	3	4	5
31. Melasă	$C_{31} = \frac{D - (Z_{15} + P)}{L_{31}} 100$	$S_{31} = \frac{C_{31} \times B_{31}}{100}$	$Z_{31} = \frac{C_{31} \times L_{31}}{100}$	
32. Masă picior cristal	$C_{32} = C_{30} \frac{B_{30}}{B_{32}}$	$S_{32} = \frac{C_{32} \times B_{32}}{100}$	$Z_{32} = \frac{C_{32} \times L_{32}}{100}$	
33. Cleră — TOTALĂ	×	×	×	
34. Cleră I (zahăr intermediar)	$C_5B_5 = B_{34}C_{34} + B_2C_2 + B_9C_9$ $C_5L_5 = L_{34}C_{34} + L_2C_2 + L_9C_9$	$S_{34} = \frac{C_{34} \times B_{34}}{100}$	$Z_{34} = \frac{C_{34} \times L_{34}}{100}$	
35. Cleră II (zahăr final)	×	×	×	
26. Sirop standard A pentru produs I	×	×	×	
37. Sirop standard B pentru produs II	×	×	×	
38. Sirop standard C pentru produs III	×	×	×	
39. Masa groasă rafinată	×	×	×	
40. Sirop rafinat I	×	×	×	×
41. Sirop rafinat II	×	×	×	×
42. Sirop unic rafinat	×	×	×	×

0 1	2	3	4	5
43. Zahăr rafinat	×	×	×	×
44. Zeamă subțire pentru cleră	×	×	×	×
45. Cantitatea de apă evaporată la produs I	$C_{45} = (C_2 + C_{10}C_{34}) - C_5$	×	×	
46. Cantitatea de apă evaporată la produs II	$C_{46} = (C_3 + C_{32} + C_7) - C_{16}$	×	×	
47. Cantitatea de apă evaporată la produs III	$C_{47} = (C_{17} + C_{20} + C_{29}) - C_{25}$	×	×	
48. TOTAL apă evaporată	$C_{48} = C_{45} + C_{46} + C_{47}$	×	×	
49. Consum combustibil convențional	$C_{49} = \frac{C_{48} \times 1{,}15 \times 540}{700 \times 0{,}8} 1000$	×	×	
50. Cantitate de apă evaporată la produs rafinat	$C_{50} = C_{33} + C_{41} - C_{39}$	×	×	

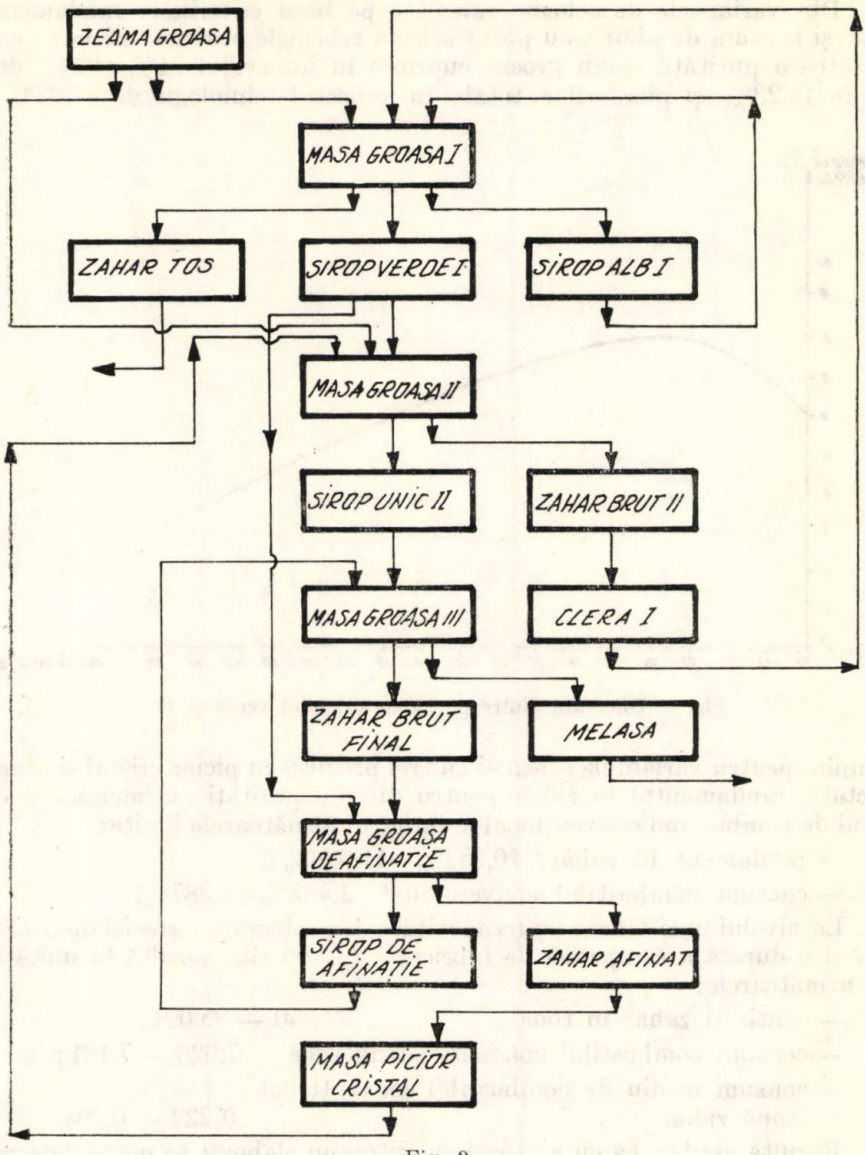


Fig. 3

valorile purității siropului alb să fie egale cu valorile siropului verde plus coeficienții rezultați din diagrama prezentată în fig. 4.

În ceea ce privește datele de intrare, pentru a se păstra comparabilitatea dintre diferitele scheme, s-au menținut constante conținutul în substanță uscată al sfeclei (D) de 14,23%, pierderile totale în procesul tehnologic (P) de 0,982% și brixurile tuturor produselor de bază și intermediare, iar purităţile și polarizația acestora a rezultat din calcule.

Din variantele de scheme calculate pe baza criteriilor: randament în zahăr și consum de abur s-au putut selecta schemele cele mai eficiente corespunzătoare purității zemii groase cuprinse în intervalul 84%—92%,, digestiei de 14,23% și pierderilor totale în procesul tehnologic de 0,982%. De

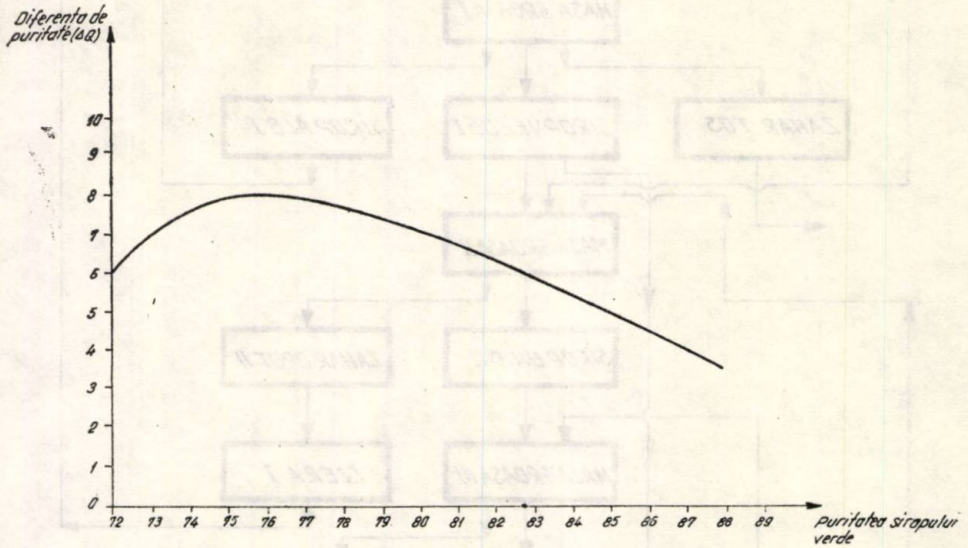


Fig. 4. Diferența dintre puritatea siropului verde și alb.

exemplu, pentru variantele schemei cu trei produse cu picior cristal și afinare, selectate, randamentul în zahăr pentru diferite purități ale melasei și consumul de combustibil convențional a variat în următoarele limite:

— randament în zahăr: 10,952%—11,668%;

— consum combustibil convențional: 2,432%—2,387%.

La nivelul unei fabrici cu o capacitate de prelucrare a sfeclei de 3 000 tone/zi și o durată a campaniei de fabricație de 100 zile, rezultă în unități fizice următoarele:

— cantități zahăr în tone 32.850 — 35.004;

— consum combustibil convențional în tone 7.926 — 7.161;

— consum mediu de combustibil convențional /tonă zahăr 0,222 — 0,204.

Rezultă așadar, că cu ajutorul algoritmului elaborat se poate determina rapid un număr mare de scheme și variante de scheme de fierbere și cristalizare, creîndu-se astfel posibilitatea comparării diferitelor scheme între ele, în vederea stabilirii schemei celei mai eficiente — randament în zahăr și consum de energie — în funcție de calitatea materiei prime (puritatea zemii groase), corelată cu randamentul maxim în zahăr, și consum de combustibil redus.

Prin determinarea cantităților de masă groasă, de siropuri și de produse intermediare aflate în circulație în fluxul tehnologic, compoziția lor chimică,

cantități de apă adăugată la centrifugare, cantități de apă evaporată în aparatele de vacuum etc., se oferă informațiile necesare pentru conducerea corectă a procesului de fierbere și cristalizare.

De asemenea, în faza de proiectare a noilor fabrici și extinderea celor existente, algoritmul facilitează verificarea diferitelor scheme de fierbere și cristalizare în ceea ce privește investițiile necesare, consumului de abur, iar rezultatele, în special puritățile calculate ale masei groase dau indicații cu privire la calitatea așteptată a zahărului.

Algoritmul mai poate fi utilizat și la simularea soluțiilor de inginerie în condițiile de lucru ale industriei.

Colectivul de autori își propune să cerceteze în continuare cu ajutorul algoritmului, variante de scheme pentru digestiile obținute în țara noastră, precum și extinderea modelării asupra altor faze ale procesului tehnologic de fabricație a zahărului (extracție și purificare).

BIBLIOGRAFIE

1. AKINDIMOV I.N.: *O metodă nouă de cristalizare a masei groase produs final.* Saharnaia promișlenosti, nr. 6, 1962.
2. BRIEGHEL-MULLER: *Principiile tehnicii de cristalizare a zahărului, ținînd seama în mod deosebit de debitul materialului.* Zeit. Zuckerindustrie, nr. 13 și 14, 1963.
3. BENZ E.: *Contribuții la calculul schemei comparative.* Zucker, nr. 15, 1972.
4. DOMSA FL., VOSTACOV A. I.: *Tehnologia zahărului,* 1973. Calculul capacității tehnice a utilajelor și aparatelor pentru fabricile de zahăr din sfeclă, 1965.
5. HANGYAL K.: *Efectul schemei cu picior cristal asupra circulației maselor groase și asupra calității zahărului.* Cukoripar, nr. 3, 1975.
6. HVALCOVSCHI T. P.: *Calculul randamentului de melasă în funcție de puritatea melasei și zemii groase.* Saharnaia promișlenosti, nr, 10, 1968.
7. KALINICENCI A.K.: *Introducerea schemei cu trei produse la fabrica de zahăr Dolinsc.* Saharnaia promișlenosti, nr. 5, 1972.
8. KRIEGER ODOR: *Calculul circulației zahărului.* Cukoripar, nr. 5 și 6, 1976.
9. LUTII Z. I.: *Despre scheme de cristalizare.* Saharnaia promișlenosti, nr. 7, 1965.
10. LUBCIAC A. V.: *Fierberea masei groase III, folosind ca picior cristal, masa groasă II.* Saharnaia promișlenosti, nr. 10, 1968.
11. MUSOLIN K. I.: *Metodă de calculare a randamentului, funcție de micșorarea purității zemii groase.* Saharnaia promișlenosti, nr. 1, 1968.
12. MAHINCA M. M. : *Posibilitatea de sporire a producției și calității zahărului.* Saharnaia promișlenosti, nr. 1, 1966.
13. POEL P. W.: *Scheme de fierbere.* Zucker, nr. 9, 1969.
14. PRIIMAC M.P.: *Despre schema nouă de lucru, la fabrica Cubansk.* Saharnaia promișlenosti, nr. 1, 1962.
15. PRIIMAC M. P.: *Fierberea maselor groase la prelucrarea sfeclei de calitate inferioară.* Saharnaia promișlenosti, nr. 8, 1969.
16. POEL P. W.: *Scheme de cristalizare — un exemplu de îmbunătățire a informației cu ajutorul prelucrării electronice a datelor.* Zucker, nr. 3, 1975.

17. SOLOGUB A. A.: *Schemă cu două produse de cristalizare a zahărului cu produs zero.* Saharnaia promîşlenosti, nr. 10, 1961.
18. SCHNEIDER F.: *Cercetări despre desfăşurarea procesului de fierbere şi îmbunătăţirile sale.* Zucker, nr. 1, 1973.
19. TURANIN I. P.: *Calculul produselor de fabricaţie la schema cu două produse.* Saharnaia promîşlenosti, nr. 7, 1964.
20. VOSTACOV A. I.: *Randamentul zahărului alb în funcţie de puritatea zemii groase şi a melasei.* Saharnaia promîşlenosti, nr. 9, 1967.
21. ZAHAROV K. P.: *Despre densitatea masei groase produs final la golirea din aparatul vacuum.* Saharnaia promîşlenosti, nr. 4, 1962.

23.09.1980

N. MIHĂIȚĂ
Catedra de cibernetică
economică — A.S.E.

Prelucrarea sondajului ca experiment de marketing

Diferența dintre experiment și observare este dată de gradul de intervenție al cercetătorului, precum și de proiectarea, planificarea și construirea situației experimentale.

Lucrarea prezintă o modalitate de abordare a sondajului de marketing ca experiment statistic, argumentația bazîndu-se pe creare și implementare de către autor, în cadrul Laboratoarelor Catedrei de cibernetică economică, a unui sistem de prelucrare automată a informațiilor din sondaje. Crearea situațiilor experimentale impune manevrarea condițiilor în care se pot face anchete în scopul măsurării influențelor acestora asupra rezultatelor sondajului.

Analiza prin experimente propusă în lucrare, făcută la scară redusă și pe o durată de timp limitată are ca funcție-obiectiv prelucrarea multiplă a informațiilor, economia de timp calculator și eforturi.

Rezultatele listate de sistemul amintit sînt informații utile tehnicilor de segmentare, analizelor χ^2, discriminant multiplu precum și în cazul aplicării tehnicilor experimentale ca pătrate latine, experimente factoriale, simulare etc.

Obținerea de informații din sondajele proiectate și realizate ca experimente de marketing începe cu ceea ce este determinat prin structurile informaționale ale chestionarelor, se continuă cu ceea ce este determinat social și cu ceea ce este selectat de către experimentator în funcție de scop, imaginație, și creație proprie și se revine la partea de început a acestui ciclu. Se obțin, în acest fel, garanții statistice pentru deciziile privind elaborarea strategiilor de marketing.

Prospectarea pieței în vederea contractării din timp a întregii producții impune utilizarea cît mai largă a problematicii de marketing legată de stu-

dierea caracteristicilor pieței și de prelucrările informațiilor rezultate pe baza tehnicilor moderne de calcul.

În cadrul cercetărilor de marketing, cele mai rapide și adecvate informații le oferă aplicarea metodei anchetelor și sondajelor. Prin metoda sondajelor se obțin date individuale detaliate și diferențiate și se păstrează totodată valoarea reprezentativă necesară concluziilor și semnificațiilor statisticilor globale [6].

Diferențierele care apar între sondaje (scopul, numărul și natura caracteristicilor, forma lor de exprimare, tipurile de întrebări, amplitudinea variabilelor numerice), impun generalizarea unor sisteme de prelucrare. Aceste sisteme trebuie să prelucreze orice tip de chestionar utilizat în cercetările prin sondaj, să expliciteze tabelele de contingență rezultate din comenzile de grupare, să selecționeze anumite părți din colectivitățile cercetate, să asigure accesibilitatea la prelucrare indiferent de gradul de pregătire în domeniul informaticii [3].

Extinderea utilizării sondajelor ca instrumente eficiente de investigație în diferite domenii, paralel cu perfecționarea mijloacelor de prelucrare electronică a informațiilor, impune reconsiderarea metodologiilor de lucru în toate fazele de proiectare și execuție a unor astfel de cercetări și mai ales în cele referitoare la sistematizarea materialului obținut [3], precum și necesitatea creșterii gradului de prelucrare a informațiilor culese, utilizarea unor metode statistico-matematice complexe etc.

Segmentarea, strîns legată de regăsirea și de analiza discriminantului multiplu, tehnică statistică, foarte des utilizată în prelucrarea informațiilor din sondaje, impune listarea unui număr de tabele de contingență care conțin grupări simple sau grupări multiple rezultate din serii de dihotomii. Sistemele de prelucrrare „în lucru" execută aceste tabele prin recodificări și treceri succesive prin fișierul de informații creat prin sondaj. Deci este necesar un tip de comandă care să aibe ca efect recodificarea automată și listarea pe caracteristici de segmentare.

Ca și regresia, segmentarea caută o relație de dependență între un grup de variabile independente și o variabilă dependentă, dar invers decît regresia, nu caută o formulă, o funcție ci precizia maximă în a ști ce valoare ia variabila dependentă cînd există valori date tuturor variabilelor independente, sau precizia cu care se poate previziona setul de valori posibile (elementele vectorului independent) pentru o valoare stabilă a variabilei dependente.

Din punct de vedere sistematic se pot verifica proprietățile de observare-control, accesibilitate, sensibilitate prin utilizarea tehnicilor de analiză multidimensională în cercetarea pieței. Asemenea valențe de experiment modern, oferite de teoria generală a sistemelor și cibernetică, impun schimbarea metodelor de prelucrare în conformitate cu cerințele deosebit de complexe ale acestor științe.

În legătură cu proiectarea unor experimente în concepte ale teoriei sistemelor, Thomas H. Naylor — specialist în simularea pe calculator — remarcă necesitatea sintetizării sistemului studiat în relații simple. Sinteza înseamnă în același timp „identificarea variabilelor majore care afectează răspunsul", după care se asociază variabilele cele mai importante cu răspunsurile, în vederea căutării relațiilor empirice posibile [10]. Dacă modelele

sînt globale, aplicațiile mai simple se vor utiliza pentru identificarea domeniilor în care se cer modele mai detaliate. „Îndată ce s-a însușit o înțelegere, spune autorul, devine posibilă formularea legilor și teoriilor generale...". Aceste legi și teorii pot sau nu pot să fie aplicabile unor sisteme similare.

Sondajul proiectat ca experiment permite prelucrarea integrată a informațiilor culese din diferite surse și cu diferite tehnici ceea ce asigură valorificarea superioară a acestora în procesul de analiză. Conturăm elementele comune ale sondajelor în scopul analizei elementelor cuprinse în diverse experimentări.

Cîmpul de manifestare al fenomenelor economice este creat de diferite populații statistice de tipul mulțimii locuitorilor din diferite țări — zone, clientela magazinelor, mulțimea țărilor dintr-o zonă, mulțimea tranzacțiilor economice ale unei grupe de produse etc.

Ansamblul de caracteristici studiat care definește starea unui sistem este compus din caracteristici specifice unor variabile dependente (endogene/explicate/criterii) și independente (exogene/explicative/predictive). Prelucrarea ca sistem reprezintă un ansamblu de operații de tip sinteză asupra informațiilor despre populația statistică studiată, pornind de la informațiile individuale (răspunsuri la întrebări, opțiuni, calcule primare) codificate, furnizate de unitățile cuprinse în cercetare. Această prelucrare înseamnă calculul unor frecvențe diferențiate în funcție de apartenența la caracteristicile studiate pe alternative. Deci se remarcă un important element comun al cercetărilor faptul că prelucrările au același conținut.

După construirea tabelelor de contingență rezultate din prelucrarea întregului fișier de informații, interesează gradul de omogenitate al populației sau subpopulației cercetate, și diferențierile semnificative care apar între segmentele reprezentate de alternativele intersectate ale caracteristicilor.

Se poate opta deci imediat pentru calculul valorilor χ^2 pe linii și coloane ale matricelor asociate tabelelor — pentru testarea semnificației diferențierilor sau pentru calculul valorilor indicatorului energie informațională — în vederea studierii gradului de omogenitate.

Scopul prelucrărilor este acela de a „sili" obiectul observării (culegerii de informații) să-și dezvăluie anumite legități, relații cauzale între fenomenele studiate. Mai mult decît analiza și sinteza unor informații culese din diferite surse principale și secundare, investigatorul dorește anticipări ale unor fenomene în cazul unor schimbări, influențe, intervenții, experimentarea anticipărilor.

Depășirea caracterului eminamente static — de constatare — al unui sondaj este efectuată prin tratarea întregului proces de obținere a informației ca experiment planificat, iar prelucrarea informațiilor culese este orientată către exploatarea metodelor statistice de programare a experiențelor.

Avantajele utilizării experimentului acum, în revoluția tehnico-științifică a secolului XX, sînt reliefate de schimbările produse chiar în structura și logica desfășurării acestuia. Experimentul preluat din fizică, chimie, precursor al cercetării sistemice, „mult răspîndit și astăzi" cercetează pe rînd rezultatele variației unei variabile de intrare în sistem în timp ce celelalte sînt menținute constante [7]. Acest mod de abordare este izomorf cu acela al prelucrării informațiilor rezultate din sondaje. Informațiile sortate după criterii de apartenență la caracteristicile esențiale cuprinse în modelul de pre-

lucrare, devin partiții ale variabilelor selectate. Între variabilele dependente și independente se stabilesc dependențe cauzale, univoce ca în cazul experimentului clasic. Spre exemplu este căutată corelația între variabile dependente, care au caracter de *consecință* cum sînt: atitudinile, motivațiile, gusturile, preferințele, valorile și variabilele independente care au caracter de influență: sex, vîrstă, categorie socio-profesională, pregătire, venit, localizare geografică, stadiu în ciclul de viață al familiei etc.

Dependența, verificată cu tehnici statistice clasice și calculate riguros, suferă datorită condițiilor de artificializare excesivă în prelucrare, chiar în condițiile unui eșantion supradimensionat și a existenței unui sistem puternic de prelucrare automată a datelor [8], datorită faptului că pe primul plan stă operația de separare, disociere, izolare; în acest fel relația de interdependență, intersecție, nu este cuprinsă în model.

Literatura de specialitate oferă soluții pentru remedierea absenței condițiilor statistice ale proiectării experimentelor [4]. Din gama acestor soluții desprindem:

— înlocuirea manipulării directe în experiment prin compararea unor grupuri supuse unor experiențe contrastante sau stabilirea ordinei în timp în care se manifestă variabilele;

— atribuirea aleatoare a subiecților la grupele „de control" și „experimentale" prin efectuarea unui sondaj transversal al populației și prin îmbinarea analizei statice cu cea dinamică; în general, sondajul impune automat respectarea acestei condiții;

— controlul asupra variabilelor exterioare, măsurători făcute prin sondaje repetate, în vederea testării ipotezelor „de start", a căutării circumstanțelor similare în diferite momente de timp și spațiu, sau utilizarea pentru comparații a unor analize de serii dinamice din care să rezulte aceleași relații în situații — test ca cele observate în analizele statice comparative (cercetarea bugetelor de familie, panele, sondaje etc.).

Spre exemplu, sondajele tratate ca experimente, utilizînd baza informațională creată prin cercetări de marketing, lucrează cu eșantioanele constituite prin împărțirea alternativă la grupe experimentale și de control. Astfel:

a) în cadrul cercetării privind dotarea populației cu aparate electronice de uz casnic și tendințele de desfacere ale acestora au fost folosite:

— un mod de eșantionare care îndeplinește cerințele unui sondaj aleator deci poate calcula probabilitățile conform cărora diferențele constatate sînt semnificative;
— grupul „experimental" compus din posesorii de aparate electronice care intenționează să le înlocuiască, iar grupul de control, cumpărătorii potențiali care au intenția să-și procure un asemenea aparat;
— variabila independentă — dotarea cu aparate, grupul de control fiind „la prima dotare";

b) în cadrul cercetărilor privind consumul alimentar:

— consumatorii au fost chestionați în ordinea ieșirii din magazin — procedeu de alegere — pasul mecanic;
— grupul „experimental", cumpărătorii unor grupe de produse;
— grupul de control, necumpărătorii unor grupe de produse;

c) în cadrul cercetării totale privind piața unor produse chimice:
— unitatea de observare — țara importatoare;
— grupul experimental — țările cu ritm mic de import;
— grupul de control — țările cu ritm mare de import.

Pentru verificarea influenței mai multor factori luați simultan în cercetare sînt necesare prelucrări în vederea obținerii unor grupări pe părți din colectivitatea studiată sau grupări multiple atît pe colectivități cît și subcolectivități. Este cazul grupărilor create de variabilele care sînt luate în cazul experimentării de tip pătrate latine și experimente factoriale.

Proiectarea experimentelor cunoscută sub denumirea de pătrate latine se utilizează atunci cînd este necesară studierea variației efectelor create la nivele diferite de unele variabile în timp ce altele rămîn la nivele constante. Prin această proiectare experimentală se pot controla simultan două sau mai multe variabile independente.

Dacă unitatea de observare este consumatorul unui produs sau unei grupe omogene de produse se pot studia simultan diferențele semnificative între opțiunile pe categorii de vîrstă diferite, categorii socio-profesionale, grupe de venit prin utilizarea pătratelor latine. În acest caz liniile pătratului latin vor fi ocupate de variantele caracteristicii vîrstă, coloanele — de variantele socio-profesionale, iar „tratamentele" — de grupele de venit. Combinațiile unice sînt selectate dintr-o masă de informații structurată și segmentată în funcție de caracteristicile de mai sus, iar variația pe linii și coloane între tratamente este depistată prin aplicarea tehnicilor statistice — testul F.

În această prelucrare se impune necesitatea de a ordona și lista colectivitatea cercetată în funcție de trei caracteristici simultan pe un număr de n_1, n_2, n_3 grupări unde n_i este numărul de variante al caracteristicii i. Aceste grupări pot apare sub forma: pentru fiecare variantă a primei caracteristici cîte un tabel de contingență cu matrice asociate de dimensiuni (n_2, n_3) (figura 1). Aceste matrice se obțin prin serii de grupări multiple pe întreaga colectivitate studiată sau pe anumite părți din colectivitate.

În figura 1 este prezentat modul în care se completează în patru etape (dimensiunea 4 pentru pătratul latin) un pătrat latin care conține 16 elemente din 64 posibile (combinații unice).

Grupările (frecvențe) c_{ij} se obțin în cadrul unor tabele de contingență listate în funcție de variantele caracteristicii $1 - c_{1j}$ (unde $j = 1, 2, 3, 4$), în subiect figurînd caracteristica 2 iar în predicat caracteristica 3. Cele 16 combinații sînt unice (variantele caracteristicilor nu se vor intersecta decît o singură dată în cadrul tabelului).

Concluziile în legătură cu diferențele semnificative între opțiunile pe categorii de vîrstă, socio-profesionale și venit sînt valabile și pentru celelalte 15 pătrate latine posibile de construit pe baza matricelor asociate tabelelor de contingență. Dacă unitatea de observare o constituie familia sau gospodăria se pot construi pătrate latine care să țină seama de locul cercetării (variante), mărimea de referință atribuită (număr locuitori, producție industrială, alți indicatori statistici) și ale caracteristici independente care vor direcționa prelucrările pe fișierul de informații creat.

Proiectarea factorială prevede efectuarea de observații în cadrul tuturor combinațiilor posibile de factori experimentali. Aplicația cea mai simplă

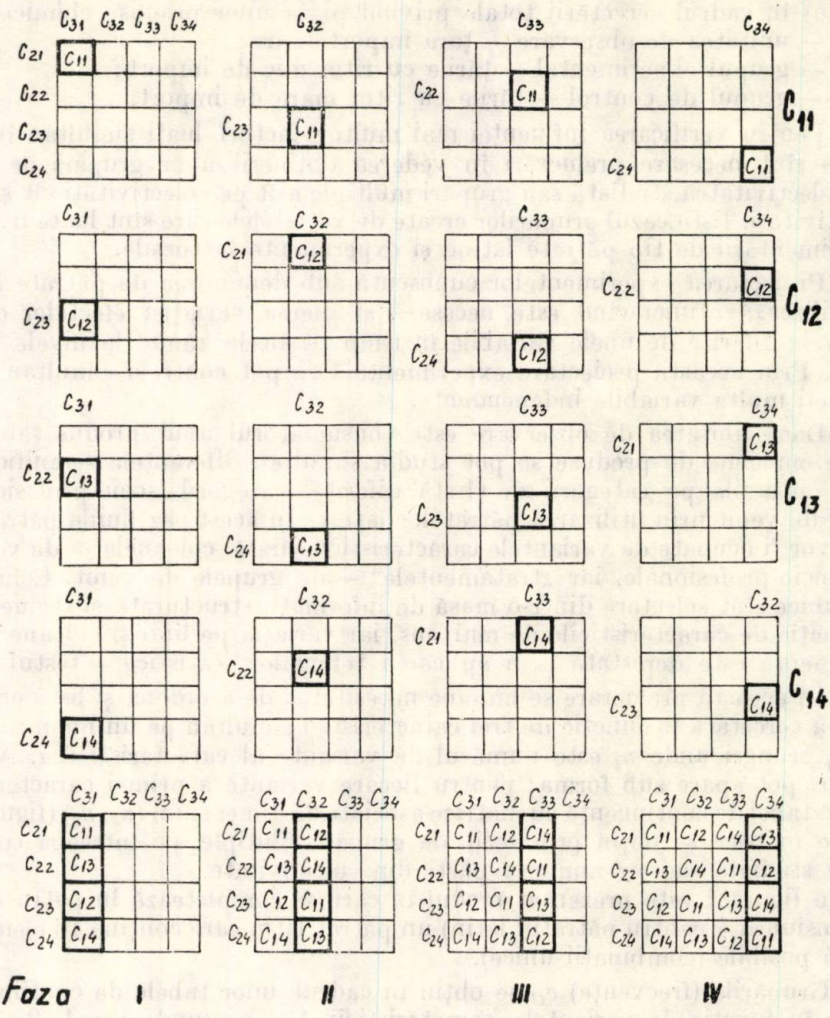


Fig. 1.

este dată de construirea unui tabel de contingență care conține o variabilă dihotomizată în subiectul tabelului și una dihomotizată în predicat; aceasta implică existența unui experiment factorial de tip 2^2 deci două variabile a două nivele rezultînd patru combinații ale efectelor factorilor. Forma generală tip m^n semnifică existența a n factori diferiți, fiecare la m nivele.

Proiectările factoriale permit studierea interacțiunilor posibile între variabilele care prezintă interes.

Pentru determinarea relațiilor prezentate mai sus a fost necesară construirea unui sistem de prelucrare multiplă a informațiilor din sondaje, extensibil pe domenii de marketing de tip cercetare totală (de birou). Prin utilizarea comenzilor de grupuri multiple sistemul a fost folosit ca MODUL pentru

verificările cerute de aplicarea sau verificarea unor tehnici de segmentare cunoscută, cum ar fi: metoda Belson de segmentare, metoda AID (Automatic Interaction Detector — Morgan — Sonquist), analiza de clasificare multiplă (The Multiple Classification Analysis — MCA) sau a metodelor lui Morgan-Staelin (AID-MCA), a celor bazate pe analiza χ^2, discriminant multiplu,analiză canonică sau teoria informației [4], precum și în cazul aplicării tehnicilor experimentale ca: pătrate latine, experimente factoriale.

Catalogat în cadrul Laboratoarelor Catedrei de cibernetică economică din Academia de studii economice — București, sistemul de prelucrare automată a informațiilor rezultate din sondaje a fost verificat în aplicații orientate către diagnoza și prognoza unor piețe de bunuri industriale, produse chimice, electronice, de industrie ușoară, obținîndu-se față de alte sisteme o economie importantă de timp la pregătirea și prelucrarea datelor, explicitarea clară a rezultatelor și noi facilități de comandă a tabelelor de contingență.

Sistemul propus listează tabele de contingență în date absolute (grupări tip frecvență), calculul ponderilor grupelor exprimat în procente în raport cu caracteristica din subiectul tabelului de contingență sau cu cea din predicatul acestuia, calculul ponderilor grupărilor față de totalul general din tabel, calculul indicatorului energie informațională și calculul indicatorului χ^2 de verificare a omogenității datelor [9].

Sistemul este folosit în prelucrarea simultană a mai multor sondaje aflate pe același suport magnetic (formate fixe în definirea înregistrărilor), a unor anchete tip „omnibus", efectuînd prelucrări separate pe părți din colectivități sau pe întreg fișierul de informații. În funcție de întrebările și de răspunsurile codificate, matricele asociate tabelelor în procente pot servi în unele cazuri ca matrice de tip markovian, utile simulărilor în marketing. Grupările multiple, segmentele de colectivități verificate ca omogene pot deveni parametri sau baza de calcul pentru modele de prognoză economică.

Schema de sistem a exploatării fișierului de informații specifice cercetărilor de marketing este prezentată în figura 2. Informațiile provenind fie din întrebări închise (alternative de răspuns știute anterior și precodificate), fie deschise (libere) sînt codificate în ordinea crescătoare a numerelor naturale și împreună cu numărul de variante (alternative de răspuns) crează o distribuție de forma $\begin{pmatrix} i \\ n_i \end{pmatrix}$ unde i este numărul de ordine al fiecărei caracteristici iar n_i este numărul de variante ale fiecărei caracteristici. Dacă notăm cu l_i și L_i limita inferioară, respectiv superioară a intervalului de variație care interesează pentru constituirea tabelelor de contingență pe subcolectivități, atunci putem explica în tabelul 1 posibilitățile de exploatare ale sistemului analizat.

Trebuie remarcată principala proprietate a sistemului și anume economia de timp. Sistemele „în lucru" execută la ora actuală doar comanda de tip C dacă nu se fac recodificări și sortări succesive. Figura 2 subliniază cîteva din realizările posibile utilizînd tehnici specifice de segmentare, experimente factoriale, pătrate latine și greco-latine, tabele de contingență cuprinzînd grupări multiple etc.

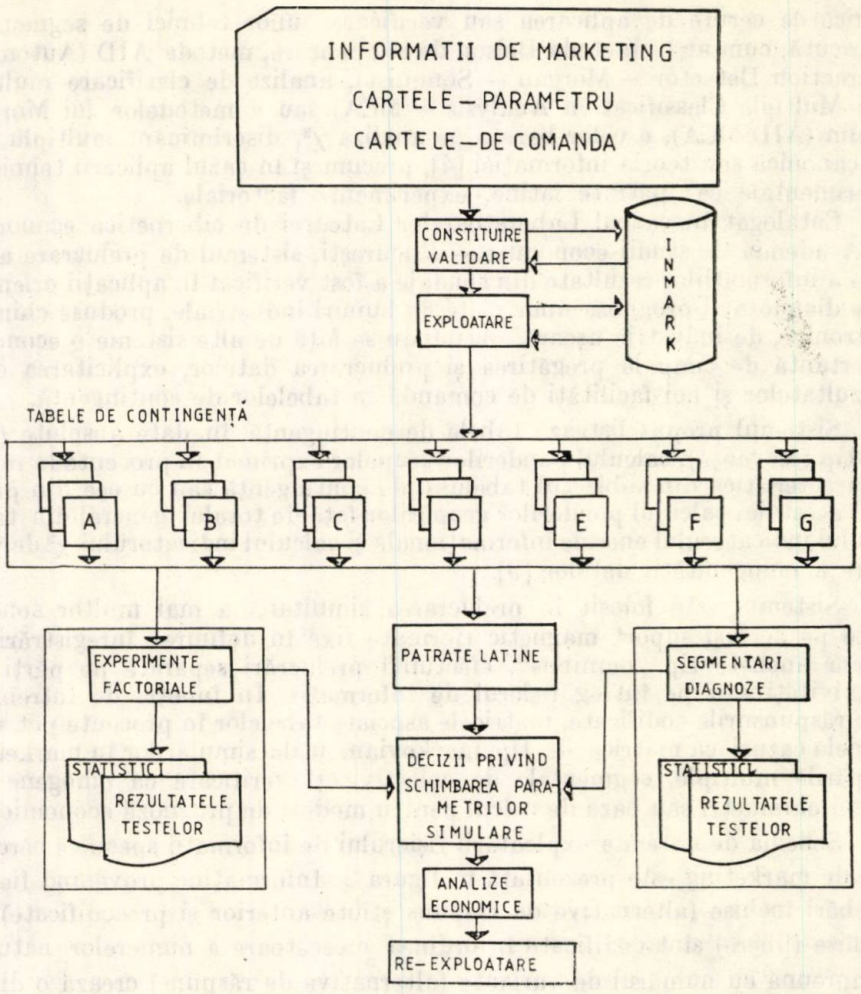


Fig. 2. Schema de sistem a posibilităților de explcatare a fișierului conținînd informații de marketing

Acest arsenal, pînă acum neîntrebuințat în cadrul exploatării informațiilor din sondaje, cu excepția tabelelor de contingență și a segmentărilor, adîncește analiza relațiilor determinate de combinările caracteristicilor din sondaje. Faptul că un astfel de procedeu, de „provocare" a informațiilor dintr-un fișier creat pe baza unui sondaj sau a unei cercetări de birou, nu a fost utilizat pînă în prezent se datorește în principal lipsei unui sistem de prelucrare rapid care să ducă la costuri de prelucrare rezonabile.

Comenzile de segmentare duc la listarea și construirea unor situații necesare analizei sau verificărilor prin tehnicile de segmentare descrise anterior. În vederea segmentării se pot utiliza toate tipurile de comenzi cuprinse în tabelul 1.

Tabelul 1

Semnificația și acțiunea comenzilor date sistemului de prelucrare multiplă

Nr. crt.	Cod Tip Operația	Nr. caracteristici în subiectul tabelului	Sînt specificate limitele de segmentare	ACȚIUNE
1	A_2	1	da	Segmentare dihotomică
2	A_n	1	da	Segmentare prin reuniunea segmentelor elementare
3	B	b	da	Segmentări înlănțuite prin efecte de interacțiune dihotomică
4	C	c	nu	Mai multe tabele de contigență cu același predicat
5	D	d	nu	Opțiuni simultane pentru mai multe caracteristici cu același predicat
6	E	e	da	Pe subcolectivități — mai multe tabele cu același predicat
7	F	f	nu	Segmentare multiplă cu înlănțuiri ale tuturor variantelor caracteristicilor
8	G	g	da	Segmentări tip „F" cu seturi de alternative înlănțuite

Rezultatele „listate" ale acțiunii comenzilor date sistemului în vederea prelucrării fișierului de informații codificate sînt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Nr. crt.	Cod comandă	REZULTATE	Număr de tabele
1	A_2	Grupări simple	1
2	A_n	Regrupări simple cu mai multe alternative	1
3	B	Grupări multiple — serii de dihotomii	2^{b-1}
4	C	Grupări simple pe întreaga colectivitate	c
5	D	Grupări simple pe variante codificate binar	1
6	E	Grupări simple pe părți din colectivitate	e
7	F	Serii de grupări multiple pe întreaga colectivitate	$\prod_{i=1}^{f-1} n_i$
8	G	Serii de grupări multiple pe subcolectivități	$\prod_{i=1}^{g-1} (L_i - l_i + 1)$

Atît anchetele sistematice, cercetările continue cît și sondajele în rîndul utilizatorilor produselor industriale presupun fonduri considerabile. Aceste fonduri și cheltuieli sînt justificate prin creșterea evidentă a unor factori de dezvoltare social-economică, ca urmare a adaptării producției în timp util, la cerințele unor „segmente" de consumatori de bunuri industriale, în condițiile rezolvării optime a problemei stocurilor, reducerii cheltuielilor, risipei de energie, precum și în condițiile creșterii continue a standardului de viață.

Prelucrarea informațiilor privind piața unităților industriale este necesară atît activităților de planificare și control cît și pentru evaluarea exactă a poziției unei întregi ramuri pe plan național și al unei țări, pe plan internațional.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * *Directivele Congresului al XII-lea al P.C.R. cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981—1985 și orientările de perspectivă pînă în 1990.* Editura politică, 1979.
2. NICOLAE CEAUȘESCU: *Raport prezentat la cel de-al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român.* Editura politică, 1979.
3. BOGDAN V., LUPU D., MIHĂIȚĂ N.: *Tendințe actuale în prelucrarea informațiilor din sondajele comerciale.* Comerțul modern, nr. 4, 1977, pag. 26—29.
4. BOSS J. F.: *Metode de segmentare. În: Marketing intern și internațional.* Editura politică, București, 1976, pag. 239—262.
5. DEMETRESCU M.C.: *Metode cantitative în marketing.* Editura științifică, București, 1971, pag. 215.
6. DEMETRESCU M. C.: *Marketing.* Editura politică, București, 1973, pag. 21.
7. MIHAIL R.: *Introducere în strategia experimentării cu aplicații în tehnologia chimică.* Editura științifică și enciclopedică, București, 1976, pag. 9.
8. MIHĂIȚĂ N.: *Sistem de prelucrare automată a informațiilor privind sondajele de piață.* OPTIMAL, nr. 2, 1979, pag. 46.
9. MIHĂIȚĂ N.: *Working out multi-prosessing system for sample information necessary to simulate marketing decisions.* Comunicare la „5th Conference on Probability Theory. Brașov, september, 1979.
10. NAYLOR TH. H.: *Computer Simulation Experiments with Models of Economic System.* John Wiley & Sons, New York, 1971, p. 180.
11. * * * *Marketing.* Editura didactică și pedagogică, București, 1975, pag. 130.

23.05.1980

Dr. M. HOROVITZ
Institutul de economie
socialistă—București

Optimizarea repartizării investițiilor

Modelul investițiilor este considerat un subsistem interconectat prin fluxul conexiunilor inverse în sistemul economiei naționale. Mecanismul de funcționare a procesului investițional este simulat pe calculator; prin aceasta este posibil să se aleagă o variantă optimă care să corespundă obiectivelor avute în vedere în strategia factorului de decizie. În lucrare se prezintă modalitatea de încadrare a procesului de repartizare a investițiilor pe ramuri în sistemul optimizat al economiei naționale.

OPTIMIZAREA STRUCTURII INVESTIȚIILOR

O problemă majoră în planificarea investițiilor o reprezintă repartizarea lor rațională pe ramurile economiei naționale, astfel încît să asigure dezvoltarea echilibrată a întregii economii naționale. Semnificația echilibrului macroeconomic în cazul procesului investițional poate fi exprimată prin necesitatea de a crea capacitățile de producție care să asigure echilibrarea ofertei cu cererea de mărfuri și servicii. Progresul neîntrerupt al economiei socialiste planificate demonstrează fără echivoc că metodele tradiționale de planificare a economiei socialiste s-au dovedit corespunzătoare pentru realizarea acestui echilibru.

Odată cu trecerea la reproducția de tip intensiv, atunci cînd cerințele de eficientizare a întregii activități economice au devenit tot mai insistente, s-a constatat că echilibrul economic nu mai este suficient să asigure valorificarea maximă a resurselor creșterii economice. În aceste condiții au început să se impună cerințele de optim.

În economie, între echilibru și optim nu există contradicție, dar nici identitate. Optimul economic este un caz particular al echilibrului economic.

*) Autorul mulțumește și pe această cale tovarășilor prof. dr. doc. A. Halanay și dr. M. Altăr pentru sprijinul acordat la elaborarea acestui studiu.

Corelația dintre echilibru și optim în dinamica economică a fost clar precizată în documentele Congresului al XII-lea al Partidului. În raportul Comitetului Central cu privire la activitatea Partidului Comunist Român în perioada dintre Congresul al XI-lea și Congresul al XII-lea și sarcinile de viitor ale partidului, prezentat de tovarășul secretar general Nicolae Ceaușescu, se subliniază că: „Corespunzător obiectivului fundamental al viitorului cincinal, se va asigura creșterea proporțională și armonioasă a industriei și agriculturii, a tuturor ramurilor economiei naționale, realizarea unui *echilibru optim* între diferite sectoare, în vederea satisfacerii într-o mai mare măsură a necesităților progresului general al societății și ridicării continue a bunăstării materiale și spirituale a întregului nostru popor" (sublinierea noastră) [1].

Prin politica fermă și consecventă a Partidului Comunist Român de a asigura dezvoltarea echilibrată și optimă a economiei noastre naționale se asigură satisfacerea maximă a nevoilor materiale și spirituale ale întregului popor — criteriul de optim macroeconomic în condițiile făuririi societății socialiste multilateral dezvoltate.

Dinamica investițiilor pe ramuri și subramuri economice reflectă opțiunile majore ale strategiei creșterii economice în direcția modificării structurii economiei naționale. Structura pe ramuri a investițiilor este un vector dependent de dinamica structurii producției. Crearea și dezvoltarea bazei tehnico-materiale a socialismului a determinat orientarea prioritară a investițiilor în ramurile producției materiale și, în primul rînd în industria producătoare de mijloace de producție.

Creșterea continuă a volumului investițiilor în economia socialistă însoțită de o evoluție contradictorie a unor indicatori de eficiență economică în acest domeniu explică intensificarea preocupărilor din teoria și practica economică de a optimiza procesul investițional pe baza unor criterii riguroase.

O coordonată majoră în studiul creșterii eficienței investițiilor o constituie legătura dintre eficiența și structura pe ramuri a investițiilor. Experiența arată că gradul de eficiență economică a investițiilor nu este uniform în toate ramurile și subramurile economiei naționale, deoarece particularitățile naturale, tehnice și economice ale fiecărui domeniu al activității economice își găsesc reflectarea corespunzătoare în efectul economic al investițiilor, determinînd o diferențiere apreciabilă a coeficienților de eficiență a investițiilor pe ramurile economiei naționale, atît într-o comparație statică, cît și dinamică.

Analiza economică a eficienței economice a investițiilor reliefează existența unor ramuri mari consumatoare de fonduri de investiții („capital-intensive") *, care evident că sînt caracterizate printr-un grad scăzut de randament investițional. A pune problema renunțării la efectuarea acestor investiții din considerente de ineficiență ar fi o absurditate, întrucît ele sînt strict necesare pentru asigurarea ritmurilor și proporțiilor în dezvoltarea economiei naționale; se știe că optimul presupune totodată existența unui echlibru economic.

Structura creșterii economice determinată de marile opțiuni strategice ale economiei naționale exercită o mare influență asupra nivelului de eficiență economică a investițiilor. În consecință, subsistemul investițional funcțio-

*) Claude Chermeil consideră că sectoarele cu cea mai scăzută eficiență a investițiilor sînt: energia, transporturile și telecomunicațiile [3].

nează în cadrul unor restricții determinate de interconexiunile sistemului macro-economic, care înlătură subiectivismul și limitează gradul de libertate în repartizarea investițiilor pe ramurile economiei naționale.

Perfecționarea structurilor de producție în cadrul ramurilor astfel încît să se asigure folosirea intensivă a fondurilor de producție constituie un obiectiv fundamental al analizei economice multisectoriale. Dat fiind efectul economic propagat al legăturilor inter-ramuri în sfera investițiilor, se poate constitui o *matrice de coeficienți tehnici de investiții* care să lege între ele ramurile și subramurile economiei naționale. Această matrice ar fi simetrica cunoscutei matrice a lui Leontief din balanța legăturilor interramuri care dă consumurile intermediare. Pornind de la această matrice este posibil să se determine necesarul și structura pe ramuri a investițiilor în funcție de structura creșterii economice.

Pentru a evita o structură unilaterală a fondurilor fixe și, implicit, a economiei naționale, este necesară o îmbinare a criteriilor de eficiență astfel încît să nu existe divergențe între optimul particular al investițiilor și optimul macroeconomic. Controversata problemă a criteriilor și indicatorilor de determinare a eficienței economice a investițiilor nu își poate găsi o soluție adecvată decît prin analiza comparativă de către factorul de decizie a variantelor elaborate după diferite criterii și exprimarea unei opțiuni în contextul elaborării modelului de ansamblu al economiei naționale. Abordarea științifică a eficienței economice a investițiilor implică o schimbare în metodologia tradițională de planificare.

În procesul decizional al repartizării investițiilor pe ramurile economiei naționale este indicat ca analizele formalizate să se substituie judecăților bazate numai pe experiență și intuiție; metodele empirice de planificare urmează să cedeze locul tehnicilor programării matematice, care și-au demonstrat rigurozitatea și eficiența în practica economică [2].

Se pune problema dacă este posibilă elaborarea unui model economico-matematic relativ independent de repartizare optimă a investițiilor pe ramurile economiei naționale în condițiile inexistenței unui model macro-economic optim. Desigur, economia națională reprezintă un sistem organizat astfel că nici un model al unui subsistem economic nu poate funcționa autonom, ci trebuie conectat prin mărimi de intrare și de ieșire cu celelalte subsisteme ale economiei naționale. Posibilitatea construcției unui asemenea model economico-matematic pentru subsistemul investițiilor nu poate fi contestată pe baza unor considerente apriorice. Încercări în acest domeniu au fost întreprinse și în alte țări (de pildă: Janos Kornai, în R.P. Ungară, Tadeusz Pyka în R. P. Polonă). Experiența cîștigată în această cercetare poate fi fructificată la elaborarea modelului macro-economic optim.

Problema existenței unor rate optime de investiții (raport între investiții și produsul național brut sau venitul național) sau de acumulare a constituit obiectul central al discuției pe tema „Decizii macroeconomice privind nivelul și finanțarea investițiilor", la seminarul despre factorii creșterii economice și politicile de investiții, organizat sub egida Comisiei Economice ONU pentru Europa, de la Budapesta (13—18 decembrie 1976). Pe baza experienței economiei socialiste planificate s-a cristalizat posibilitatea determinării unor asemenea rate în strategia creșterii economice [4].

La elaborarea modelului nostru economico-matematic de optimizare a repartizării investițiilor pe ramurile economiei naționale se pornește de la premisa că volumul total al investițiilor reprezintă o cifră predeterminată de către organul de decizie prin elaborarea unui model macro-economic de creștere care să optimizeze corelația dintre acumulare și consum. După părerenoastră determinarea ratei acumulării constituie punctul de plecare în construcția unui model macroeconomic dinamic. Prin aceasta, modelul investițiilor devine un bloc (în termeni cibernetici, reprezintă un subsistem) intercoa nectat prin fluxul conexiunilor inverse în sistemul economiei naționale.

Mecanismul de funcționare a procesului investițional în cadrul sistemului economiei poate fi simulat pe calculatorul electronic, pe baza unei concepții determinate a interconexiunilor existente în economia națională, utilizîndu-se un model economico-matematic adecvat și avînd la dispoziție datele de intrare.

Simularea pe calculatorul electronic a mecanismului de funcționare a economiei naționale devine o preocupare tot mai accentuată a gîndirii economice contemporane constituind un pas înainte față de modelul de echilibru. În acest sens, se exprimă și economistul matematician H. W. Holub referindu-se la modelarea matematică a schimbărilor structurale din economie: „Formalizarea adecvată nu constă în aplicarea genului de matematică utilizat în teoria echilibrului, ci în simularea pe computer " [5].

Prin simularea procesului investițiinal pe calculator este posibil să se aleagă o variantă din mulțimea de variante posibile ale structurii investițiilor care să corespundă cel mai bine obiectivelor avute în vedere în strategia factorului de decizie.

MODELAREA MATEMATICĂ A STRUCTURII INVESTIȚIILOR

Tipul de model matematic pentru care am optat pentru a încerca repartizarea investițiilor pe ramurile economiei naționale este modelul de programare liniară, adecvat prin însăși concepția sa pentru probleme de repartiție. Caracteristica de liniaritate poate fi acceptată, mai ales într-o primă etapă a cercetării, cînd se pune problema studierii principiilor de funcționare a mecanismului sistemului investițional pe o perioadă relativ scurtă (cinci ani).

Modelul matematic formalizat pentru repartizarea investițiilor productive pe șase ramuri: (1) industria; 2) construcțiile; 3) agricultura; 4) silvicultura; 5) transporturile; 6) telecomunicațiile), în perioada unui cincinal pentru economia națională a României poate fi reprezentat astfel:

Modelul de optimizare — R I R_1

Funcția obiectiv

$$\sum_{j=1}^{6} \lambda_j x_j \rightarrow maxim \qquad (1)$$

Restricții:

$$\sum_{j=1}^{6} x_j \leqslant A \qquad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{6} \alpha_j x_j \leqslant B \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^{6} \beta_j x_j \leqslant C \tag{4}$$

$$\sum_{j=1}^{6} \gamma_j x_j \leqslant D \tag{5}$$

$$E_j < x_j < F_j, \quad j\ (1, 2, ..., 6) \tag{6}$$

unde

x_j	reprezintă	volumul investițiilor în perioada unui cincinal în ramura j, în milioane lei;
λ_j	—	volumul producției anuale (globale sau nete) la un milion lei fonduri fixe, în milioane lei;
α_j	—	numărul persoanelor ocupate la un milion lei fonduri fixe, în condițiile tehnicii respective.
β_j	—	cheltuieli materiale de producție la un milion lei fonduri fixe, în milioane lei;
γ_j	—	consum de energie electrică la un milion lei fonduri fixe (în mii kwh);
A	—	volumul total al investițiilor planificate pentru perioada cincinalului respectiv, în milioane lei;
B	—	creșterea numărului total al persoanelor ocupate, prevăzută pentru perioada cincinalului respectiv;
C	—	creșterea planificată a volumului total al cheltuielilor materiale de producție în perioada cincinalului respectiv, în milioane lei;
D	—	creșterea planificată a consumului total de energie electrică în perioada cincinalului respectiv, în mii kwh;
E_j	—	volumul investițiilor realizate în cincinalul anterior în ramura j, în milioane lei;
F_j	—	limita superioară a volumului investițiilor previzionat pentru cincinalul respectiv în ramura j, în milioane lei;
j	—	ramura economiei naționale.

Descrierea modelului R I R_1

Conținutul economic al funcției obiectiv este determinat de concepția asupra indicatorului de performanță a sistemului modelat. Criteriul de optimizare ales este maximizarea volumului producției (globale sau nete) în momentul punerii în funcțiune a tuturor obiectivelor de investiții, la sfîrșitul perioadei de plan. Este posibil să se calculeze și o variantă avînd maximizarea beneficiilor drept criteriu de optimizare.

Includerea restricțiilor în model s-a limitat la cîteva elemente fundamentale ale procesului de reproducție lărgită; într-adevăr, optimizarea procesului investițional nu depinde numai de cuantumul fondului de investiții, ci este în funcție și de alte coordonate ale activității economice.

Conținutul economic al restricțiilor poate fi expus, în mod succint, astfel:

(2) reprezintă limita maximă a volumului investițiilor productive, suma totală de bani prevăzută în planul economic de perspectivă în scopuri investiționale și care trebuie repartizată pe ramurile economiei naționale;

(3) se referă la necesarul de forță de muncă; cuantifică — raportul dintre numărul de lucrători și valoarea fondurilor fixe puse în funcțiune, fiind o expresie a gradului de înzestrare tehnică a muncii;

(4) exprimă cerința de a nu se depăși nivelul cheltuielilor materiale planificate;

(5) exprimă necesitatea economisirii de energie electrică, ca un comandament major în etapa actuală; această restricție poate fi extinsă la întregul consum de energie.

Valorile limită superioare A, B, C și D ale restricțiilor mai sus menționate sînt mărimi exogene modelului, evaluate pe baza datelor cuprinse în Directivele Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român cu privire la dezvoltarea economico-socială a României în cincinalul 1981—1985 și orientările de perspectivă pînă în 1990.

Restricția (6) înlocuiește obișnuita condiție de nenegativitate din problemele de programare matematică a economiei. Pentru a evita posibilitatea ca unele variabile să ia valoarea zero — eventualitate lipsită de realism în condițiile problemei noastre — limita minimă a investițiilor repartizate unei ramuri trebuie să fie considerată cifra respectivă realizată în cincinalul anterior; există un grad scăzut de probabilitate ca această cifră să fie diminuată în cincinalul următor pentru o ramură a economiei naționale. De asemenea, pentru a se evita concentrarea investițiilor într-o singură ramură, este necesar să se stabilească limite superioare ale investițiilor în fiecare ramură, pe baza unei cunoașteri a situației concrete sau a consultării experților.

* * *

Modelarea matematică a economiei presupune a lua în considerație unele prezumții care să nu denatureze funcționarea sistemului economic considerat. Iată cîteva idei care au stat la baza construcției modelului prezentat, în legătură cu estimarea coeficienților pentru variabilele modelului.

1. Transformarea investițiilor în fonduri fixe este un proces care ar trebui să se realizeze — în principiu — în cadrul cincinalului; ori, în practică, acest proces nu se poate realiza integral decît în condiții excepționale. Totuși, se poate presupune că se manifestă o identitate între valoarea investițiilor efectuate și creșterea fondurilor fixe pe perioada cincinalului. Această relație de echilibru se respectă dacă valoarea investițiilor nepuse în funcțiune este egală la începutul și sfîrșitul perioadei de plan.

2. Coeficientul de randament al fondurilor fixe este presupus a fi în creștere, potrivit orientărilor trasate de conducerea de partid și de stat. Deci, nu se acceptă teza manifestării unei tendințe de reducere a eficienței economice a investițiilor odată cu creșterea volumului fondurilor fixe.

3. Gradul de înzestrare tehnică a muncii va crește în acest cincinal și în viitor; deci, se prevede un progres tehnic care afectează favorabil raportul dintre fonduri fixe și forța de muncă utilizată, în sensul economisirii de muncă.

4. Normele de consum specific pentru materii prime, materiale și energie sînt presupuse că se vor reduce, dată fiind tendința de reducere a cheltuielilor materiale, promovată cu consecvență în dezvoltarea economiei românești.

Modelul de optimizare R I R_2

Modelul de optimizare RIR_1 are un grad superior de agregare, permițînd o simulare a procesului de ansamblu de repartizare a investițiilor pe ramurile economiei naționale. Aprofundarea acestui proces în ramura fundamentală a economiei românești — industria — necesită elaborarea unui model adecvat specificului industriei, utilizînd aceleași principii ale programării matematice liniare. În acest scop, a fost elaborat modelul R I R_2 care este un model liniar plurisectorial, fiind dezagregat pe n ramuri ale industriei.

Funcția obiectiv a modelului luată inițial în considerație poate să fie maximizarea producției globale în întreaga perioadă planificată (cinci ani):

$$\sum_{j=1}^{n} y_j \rightarrow max. \tag{7}$$

Dată fiind superioritatea indicatorului „producția netă" se poate trece fără nici o dificultate la acest indicator. Funcția obiectiv poate fi ulterior transformată într-o funcție de maximizare a producției nete prin deducerea cheltuielilor materiale. Dacă introducem coeficientul β_j care exprimă ponderea cheltuielilor materiale în producția ramurii j, funcția obiectiv devine:

$$\sum_{j=1}^{n} (1 - \beta_j)\, y_j \rightarrow max. \tag{7'}$$

Producția y_j se determină pe baza unei funcții de producție unifactoriale, introducînd în ecuație atît fondurile fixe de producție existente cît și investițiile productive date în folosință:

$$y_j = e_j(f_j + x_j). \tag{8}$$

Coeficientul de eficiență e_j se determină ca un raport între volumul producției și volumul total al fondurilor fixe de producție:

$$e_j = \frac{y_j}{f_j + x_j}.$$

În consecință, funcția — obiectiv (7) poate fi reformulată într-o formă în care să se evidențieze volumul investițiilor și gradul lor de eficiență:

$$\sum_{j=1}^{n} e_j(f_j + x_j) \rightarrow max. \tag{7''}$$

Din relația (8) se poate deduce volumul investițiilor:

$$x_j = \frac{y_j}{e_j} - f_j. \tag{9}$$

Restricțiile modelului

Prima restricție constă în a încadra volumul investițiilor din toate ramurile industriale j în *limitele fondului total de investiții planificat pentru industrie în perioada respectivă.* Ținînd seama de relația (9), această restricție poate fi scrisă sub forma:

$$\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{y_j}{e_j}-f_j\right)\leqslant A. \tag{10}$$

Această restricție poate fi astfel transcrisă în forma canonică din problemele de programare liniară:

$$\sum_{j=1}^{n}\frac{1}{e_j}\cdot y_j\leqslant A+\sum_{j=1}^{n}f_j. \tag{10'}$$

Activitatea de investiții se desfășoară în cadrul unor restricții de natură tehnică, condiționate de producția în ramurile care asigură desfășurarea normală a procesului investițional. Totodată, unele opțiuni sînt stabilite de factorul de decizie.

Majoritatea mașinilor și utilajelor sînt asigurate din producția internă. Apare deci o corelație între volumul investițiilor și producția industriei constructoare de mașini. Această proporție își găsește reflectarea în restricția:

$$\gamma\sum_{j=1}^{n}x_j\leqslant y_1. \tag{11}$$

Volumul lucrărilor de construcții-montaj în economia națională trebuie să asigure întreaga activitate de investiții: cota aferentă industriei din activitatea de construcții-montaj trebuie să satisfacă restricția:

$$\delta\sum_{j=1}^{n}x_j\leqslant y_3. \tag{12}$$

Volumul producției industriei materialelor de construcții trebuie să asigure necesarul de materiale de construcție al investițiilor industriale:

$$\varepsilon y_3\leqslant y_2. \tag{13}$$

Industria metalurgică trebuie să asigure cel puțin necesarul de produse metalurgice al industriei constructoare de mașini:

$$ky_1\leqslant y_4. \tag{14}$$

O restricție majoră pentru întreaga producție o constituie producția de energie electrică; consumul de energie electrică în industrie trebuie să se limiteze la o anumită pondere în producția totală de energie electrică:

$$\sum_{j=1}^{n}\alpha_j y_j\leqslant\bar{\alpha}y_5\ . \tag{15}$$

În condițiile existenței unei balanțe a legăturilor dintre ramuri dezagregate pe ramurile industriei, cuantificarea relațiilor (11) — (15) este facilitată de existența coeficienților tehnologici.

Ținînd seama de gradul de productivitate a muncii, apare necesitatea asigurării cu forță de muncă a producției; în condițiile economiei socialiste se presupune o egalitate între necesarul și disponibilul de forță de muncă:

$$\sum_{j=1}^{n} \frac{y_j}{p_j} = L. \tag{16}$$

În condițiile modelului nostru, structura investițiilor este determinată în mod nemijlocit de structura producției. Pentru a se asigura caracterul realist al modelului este necesar să se introducă în sistem limite inferioare și superioare în fiecare ramură a producției industriale:

$$y_j^{\circ} \leqslant y_j \leqslant y_j^{u} \qquad j = 1, 2, ..., n. \tag{17}$$

În modelul R I R_2 s-au folosit următoarele notații:

x_j — volumul investițiilor în ramura industrială j, în milioane lei;

y_j — volumul producției globale în ramura industrială j în perioada considerată, în milioane lei;

y_j° — limita inferioară a volumului producției globale în ramura industrială j, în milioane lei;

y_j^{u} — limita superioară a volumului producției globale în ramura industrială j, în miloane lei;

f_j — volumul fondurilor fixe de producție existente în ramura industrială j, în miloane lei;

e_j — eficiența economică a fondurilor fixe de producție în ramura j;

A — volumul total al investițiilor planificate pentru industrie în perioada respectivă, în milioane lei;

β_j — ponderea cheltuielilor materiale în producția ramurii industriale j;

γ — ponderea mașinilor și utilajelor din țară în volumul investițiilor din industrie;

δ — ponderea activității de construcții-montaj în volumul total al investițiilor din industrie;

ε — necesarul de materiale de construcții (în expresie bănească) la o unitate bănească de producție în construcții-montaj pentru industrie;

k — necesarul de producție metalurgică (în expresie bănească) la o unitate bănească producție în construcții de mașini;

α_j — necesarul de energie electrică (în expresie bănească) la o unitate bănească producție în ramura industrială j;

$\overline{\alpha}$ — ponderea consumului de energie electrică în industrie în totalul consumului de energie electrică;

p_j — productivitatea muncii în ramura industrială j, (raportul dintre volumul producției în ramura j și numărul de lucrători din ramură);

l_j — numărul persoanelor ocupate în ramura industrială j;

L — numărul total al persoanelor ocupate în ramurile considerate;

y_1 — volumul producției marfă repartizate industriei, în ramura construcți de mașini, în milioane lei;

y_2 — volumul producție marfă repartizate industriei, în ramura materialelor de construcții, în milioame lei;
y_3 — volumul lucrărilor de construcții-montaj alocat pentru industrie, în milioane lui;
y_4 — volumul producției marfă repartizate industriei, în industria metalurgică, în milioane lei;
y_5 — volumul producției totale de energie electrică, în milioane lei.

Analiza economică a simulării pe computer a modelelor de optimizare R I R_1 și R I R_2

Rularea modelelor de optimizare R I R_1 și R I R_2 pe calculatorul electronic a fost efectuată în cadrul Laboratoarelor Catedrei de cibernetică economică ale Academiei de studii economice. Rezultatele acestor calcule experimentale pot fi apreciate pozitive, confirmîndu-se caracterul realist al concepției economice care a stat la baza modelării matematice, precum și posibilitatea soluționării matematice a sistemelor de ecuații și inegalități ale modelelor cu tehnica de calcul existentă și folosind algoritmii de calcul uzuali.

Cele două modele elaborate oferă variante posibile de repartizare optimă a fondurilor de investiție, dezagragate atît pe șase ramuri ale economiei naționale cît și pe 14 ramuri ale industriei, pe baza maximizării volumului producției în perioada unui cincinal, ținînd seama de:

a) creșterea planificată a producției;
b) structura determinată a producției;
c) resursele limitative ale producției;
d) volumul limitativ al fondurilor de investiții;
e) gradul de eficiență a fondurilor fixe productive.

În condițiile concrete ale economiei românești în etapa actuală de dezvoltare, repartizarea investițiilor pe ramurile economiei naționale și ale industriei are un grad relativ limitat de libertate. Rolul determinant al producției în desfășurarea procesului de reproducție lărgită impune restricții severe care limitează și subordonează orientarea structurală a fondurilor de investiții, în funcție de obiectivele majore ale strategiei de creștere a economiei naționale.

Modelul R I R_1

Pentru modelul R I R_1 au fost rulate pe calculatorul electronic șapte variante, modificîndu-se coeficienții și restricțiile pe baza unor ipoteze pe care le-am considerat realiste. Simularea pe calculator a fost efectuată pentru perioada cincinalului 1981—1985.

Dacă nu se limitează nivelul superior al investițiilor pe fiecare ramură se constată fuga fondurilor investite către telecomunicații, datorită îndeosebi nivelului relativ scăzut al cheltuielilor materiale în această ramură în comparație cu celelalte ramuri ale economiei naționale.

Restricțiile privind resursele de muncă și cele materiale au îngrădit considerabil posibilitatea de a funcționare a modelului. Astfel, este probabil,

ca forța de muncă să devină o restricție severă în perspectivă pentru asigurarea echilibrului economic; gradul de înzestrare tehnică a muncii va trebui să crească considerabil la noile investiții, în special în agricultură. De asemenea, nivelul cheltuielilor materiale (și în primul rînd, consumul de energie electrică) va trebui să scadă substanțial, în raport cu fondurile fixe puse în funcțiune.

În general, se constată o stabilitate accentuată a modelului în toate etapele de simulare, deoarece nu apar treceri frecvente a valorilor variabilelor de la o extremă la alta în urma operațiunilor de simulare pe calculator.

Dezvoltarea prioritară a industriei este în prezent și va rămîne și în viitor o constantă a politicii investițiilor în economia românească, mai ales în condițiile accentuării caracterului intensiv al dezvoltării economice, ceea ce și-a găsit o expresie adecvată în toate variantele simulate pe calculator.

Oscilațiile cele mai numeroase se constată la agricultură care pare ramura cea mai sensibilă la variația coeficienților în cadrul operațiilor de simulare. Această sensibilitate este confirmată și de realitatea economică. Înfăptuirea unei profunde revoluții agrare în cincinalul viitor va afecta în mod nemijlocit și baza tehnico-materială a agriculturii. Astfel, la Congresul al XII-lea al Partidului Comunist Român s-a stabilit că pentru realizarea obiectivelor din agricultură se vor aloca investiții în valoare de circa 155 miliarde lei, cu 22 miliarde lei peste prevederile din Directive.

Ramura construcțiilor se evidențiază printr-o stabilitate relativ mare a soluțiilor.

Dezvoltarea transporturilor și telecomunicațiilor este „favorizată" de modul de funcționare a modelului. Totodată, se constată o stabilitate a proporției optime în structura macroeconomică și la aceste două ramuri, în urma operațiilor de simulare pe calculator.

Plaja soluțiilor optime este destul de aplatizată; valoarea funcției obiectiv nu variază mai mult de $\pm$ 10% la fiecare variantă.

După părerea noastră performanțele modelului R I R_1, în optimizarea structurii investițiilor la nivel macroeconomic, pot fi considerate satisfăcătoare, oferind factorilor de decizie o bază de plecare pentru judecarea repartizării investițiilor pe ramurile sferei productive ale economiei noastre naționale.

Modelul R I R_2

Prin elaborarea modelului R I R_2 ne-am propus să încercăm simularea pe calculatorul electronic a procesului investițional din cadrul ramurii fundamentale a economiei noastre naționale — industria.

Pentru acest model au fost rulate pe calculator 17 variante, pentru diferite perioade de timp, începînd cu anul 1975 și terminînd cu cincinalul 1981—1985.

Complexitatea modelului R I R_2 fiind superioară, în comparație cu relativa simplitate a modelului R I R_1, simularea modelului pe calculator a fost mult mai dificilă. Astfel, s-a constatat, în primul rînd, inexistența unor soluții pentru o serie de variante, din cauza caracterului strîns al unor res-

tricții. De asemenea, unele soluții obținute sînt în mod evident lipsite de raționalitate economică, deoarece lasă nerepartizat un volum foarte mare de fonduri de investiții planificate. Aceste dificultăți s-au datorat restricțiilor privind forța de muncă și energia electrică. Pentru depășirea lor a fost necesar să se prevadă creșteri ale productivității muncii în industrie și reducerea consumului de energie electrică.

Analiza economică a soluției optime de repartizare a investițiilor industriale duce la următoarele constatări:

1. Cele două ramuri ale industriei care atrag investițiile sînt Chimia și Construcțiile de mașini — prelucrarea metalelor, avînd prioritate industria chimică.

2. Industria metalurgiei feroase și neferoase este de asemenea caracterizată, în soluția optimă, printr-o creștere a ponderii lor în totalul investițiilor industriale.

3. Tendința de scădere a ponderii investițiilor din cîteva ramuri (caracterizate printr-o investiție specifică mare) în volumul total al investițiilor industriale se realizează în condițiile creșterii volumului absolut al investițiilor în aceste ramuri, în comparație cu perioada anterioară.

4. Dacă soluția optimă este considerată nesatisfăcătoare pentru unele ramuri — date fiind necesitățile economiei naționale de asigurare în perspectivă a balanțelor materiale — această situație poate fi lesne remediată prin stabilirea unor limite minime pentru valorile acestor variabile, scoțîndu-le astfel în afara criteriului de optimizare.

5. Modelul este sensibil la schimbările de prețuri. Efectele creșterilor de preț în unele ramuri industriale (energetică și industria combustibilului) generate de criza energetică mondială determină coeficienți de eficiență mai ridicați pentru aceste ramuri, favorizînd creșterea ponderii lor în soluția optimă.

* * *

Simularea pe calculatorul electronic a comportării modelelor R I R confirmă valențele acestui tip de model pentru a oferi variante de repartizare a investițiilor pe ramurile economice și industriale, în condițiile accentuării dezvoltării intensive a economiei noastre naționale.

Accentuarea caracterului intensiv al dezvoltării economiei românești în deceniul următor implică și modificări substanțiale în structura investițiilor, în funcție de mutațiile care vor avea loc în structura producției sociale în procesul de transformare a României într-o țară cu nivel mediu de dezvoltare. În această perioadă, structura investițiilor va fi dominată de accelerarea procesului de restructurare a industriei prin creșterea prioritară a ramurilor de prelucrare avansată, realizarea de produse de înaltă tehnicitate și mici consumatoare de energie.

BIBLIOGRAFIE

1. NICOLAE CEAUȘESCU: *Raport la cel de al XII-lea Congres al Partidului Comunist Român.* Editura politică, București, 1979, pag. 26.
2. SAPHIER I., TOPALA E.: *Investițiile și calculul economic.* Editura științifică, București, 1969.
3. CHRMEIL CL.: *L'investissement et la croissance économique.* Dunod, Paris, 1969.
4. COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'EUROPE: *Facteurs de croissance et politiques l'investissement: une approche internationale.* Nations Unies, New York, 1977.
5. HOLUB H. W.: *Anti-equilibrium theory vs. equilibrium theory.* De economist, nr. 3, vol. 125, Olanda, 1977.

1.06.1979

I. RĂVĂR
Centrala Materialelor de construcții

Probleme ale perfecționării sistemului de indicatori care caracterizează procesele și fenomenele social-economice

Sistemul integrat al indicatorilor statistici, precum și sistemele de definiții și nomenclatoare, reprezintă suportul sistemului informațional al economiei naționale fiind utilizat de toate subsistemele și constituind baza integrării sistemului informațional și a creării băncilor automate de date care oferă posibilități largi de îmbunătățire a metodelor de analiză.

Concepția unitară a sistemului de indicatori are la bază schema marxistă a reproducției sociale, ceea ce impune reflectarea interacțiunii dintre fazele reproducției lărgite și implicit dintre procesele și fenomenele cele mai diverse din societate.

Pornind de la elementele de bază ale schemei reproducției lărgite în structurile interne ale sistemului sau în diferitele subsisteme vor fi dezvoltate analitic toate laturile procesului reproducției lărgite astfel ca multitudinea indicatorilor cuprinși să asigure o caracterizare cît mai completă a fenomenelor economice și sociale în complexitatea relațiilor de intercondiționare ce le sînt caracteristice.

Sistemul de indicatori economico-sociali folosit în planificare și statistică răspunde problemelor de urmărirea îndeplinirii planului, de caracterizarea corelațiilor, proporțiilor și ritmurilor de dezvoltare în fiecare etapă, pe baza prevederilor documentelor de partid și de stat și în primul rînd ale Programului Partidului Comunist Român care stabilește obiectivele fundamentale de politică economică și socială, mijloacele, strategia generală și orientările tactice pentru întreaga etapă a făuririi societății socialiste multilateral dezvoltate.

Nu se poate vorbi despre un sistem de indicatori la nivelul unei întreprinderi sau localități dacă indicatorii componenți nu se armonizează și completează reciproc, dacă între ei nu există compatibilitate din toate punctele de vedere. Cu alte cuvinte legăturile dintre indicatori se vor caracteriza atît în interiorul subsistemelor care se referă la una sau alta din activitățile componente ale economiei naționale, cît și prin integrarea lor în sistemul global al acesteia.

Astfel, sistemul de indicatori statistici care caracterizează activitatea întreprinderilor constituie o componentă a sistemului de indicatori statistici ai dezvoltării economico-sociale la nivelul economiei naționale condiționîndu-se reciproc.

Legătura între sistemul de indicatori ai întreprinderii cu cei de la nivelul ramurilor și economiei naționale se asigură prin sistemul unitar al definițiilor, metodologiilor, clasificărilor, nomenclatoarelor, metodelor de calcul și altor elemente componente ale sistemului informațional statistic.

Pe de altă parte, sistemul de indicatori trebuie să aibă în vedere elaborarea și formarea unui sistem informațional unitar național, care se compune dintr-o multitudine de subsisteme informaționale legate între ele.

Fundamentarea sistemului de indicatori pe modelele economico-matematice oferă și avantajul de a utiliza largi posibilități de diversificare a analizei prin combinarea unor informații diverse de similare a proceselor economice cu ajutorul tehnicii de prelucrare automată a datelor.

Realizarea de sisteme și subsisteme de indicatori se poate face cu ajutorul modelelor economico-matematice, care descriu sub aspect teoretic modul de funcționare și relațiile din interiorul sistemelor economice.

Sistemul de indicatori folosit trebuie să caracterizeze modul în care sînt utilizate resursele umane, materiale și financiare, calitatea vieții, nivelul de trai. Pentru stabilirea unui sistem științific de indicatori se va porni de la stabilirea teoretică a dimensiunilor care trebuie avute în vedere pentru înțelegerea structurii economice și sociale de bază a societății și a diverselor sale subsisteme.

Sistemul de indicatori statistici ai întreprinderii constituie veriga de bază în cadrul sistemului de indicatori ai economiei naționale, întrucît la acest nivel se caracterizează nemijlocit activitatea de producție, relațiile reciproce ale întreprinderii cu furnizorii și beneficiarii, precum și relațiile întreprinderii cu bugetul de stat sau organele ierarhic superioare.

Indicatorii sintetici ai dezvoltării economiei naționale, ramurile și subramurile industriale se regăsesc la nivelul întreprinderii într-o gamă mult mai variată și detaliată, care se intercondiționează reciproc, sub forma de indicatori, cu privire la volumul producției pe tipodimensiuni și calități, capacități de producție, asimilări de produse și de noi tehnologii de fabricație, livrarea producției pe beneficiari, costuri unitare și rentabilitate pe produse etc.

Sistemul de indicatori trebuie să aibă în vedere funcțiile întreprinderii prevăzute în Legea cu privire la organizarea și conducerea unităților socialiste de stat:

a) funcțiunea de cercetare-dezvoltare, care este definită ca un ansamblu de activități care au drept obiectiv ridicarea continuă a eficienței economice, prin aplicarea în practică a conducerii progresului tehnic și științific;

b) funcțiunea de producție, care cuprinde activități legate nemijlocit de procesul de producție;

c) funcțiunea comercială, care face legătura întreprinderii cu exteriorul prin activități care cuprind aprovizionarea tehnico-materială și desfacerea producției;

d) funcțiunea financiar-contabilă, care își definește conținutul prin ansamblul activităților destinate asigurării și administrării mijloacelor financiare, evidențierii și analizei rezultatelor întreprinderii;

e) funcțiunea de personal, care cuprinde activități stabilite în spiritul aplicării politicii de cadre a partidului și a statului prin care se urmărește asigurarea cu forță de muncă a întreprinderii, prin recrutarea și selecționarea, specializarea și promovarea cadrelor.

Funcțiunile și activitățile care le compun se găsesc în corelare directă cu procesul de diviziune a muncii și cu specializarea.

Conducerea unei întreprinderi industriale se bazează pe mai multe principii. Unul dintre acestea este *principiul unității conducerii politice și economice* dat fiind că la baza tuturor măsurilor privind conducerea întreprinderii, trebuie să stea politica economică a partidului care se elaborează în funcție de cerințele legilor economice obiective și de condițiile concrete ale vieții materiale a societății. Unitatea politică și economică în conducere se asigură prin metodologia unică de planificare, evidență și control a activității, prin sistemul unitar de indicatori, prin legi, regulamente și directive obligatorii pentru toate întreprinderile.

Îmbinarea conducerii și coordonării pe bază de plan a activității economice și social-culturale de ansamblu cu acordarea de largi atribuții întreprinderilor reprezintă *principiul centralismului democratic.* Potrivit acestui principiu, o serie de decizii de importanță națională se iau de către conducerea de partid și de stat, iar celelalte decizii care privesc strategia și tactica realizării obiectivelor se iau de către conducerea centralelor sau întreprinderilor.

Un alt principiu este acela al *conducerii și muncii colective.* Complexitatea crescîndă a proceselor economice și ritmul rapid al schimbărilor generate de revoluția tehnico-științifică actuală necesită promovarea unor forme de conducere colectivă care să permită cuprinderea și dezvoltarea superioară a multiplelor probleme ale vieții economice, înlăturarea arbitrariului și a oricărui subiectivism în procesul luării deciziilor, valorificarea deplină a capacității, experienței și inițiativei colectivelor de oameni ai muncii din întreprinderi.

Principiul ridicării necontenite a eficienței economice se manifestă în preocuparea colectivelor întreprinderilor pentru ca activitatea desfășurată să corespundă unor nevoi reale, să asigure recuperarea cheltuielilor sociale și creșterea continuă a rentabilității.

Îmbinarea armonioasă a intereselor generale ale societății cu interesele diferitelor colective de muncă, constituie astfel un instrument puternic de ridicare a eficienței economice și de realizare a unei activități rentabile, este asigurată de *principiul stimulării economice a întreprinderii și cointeresării materiale* și morale a oamenilor muncii în rezultatele activității lor de producție.

În „Hotărîrea C.C. al P.C.R., din aprilie 1972, cu privire la perfecționarea sistemului informațional economico-social, introducerea sistemelor de conducere cu mijloace de prelucrare automată a datelor și dotarea economiei naționale cu tehnică de calcul în perioada 1971—1980" și în „Programul privind perfecționarea sistemului informațional economico-social", aprobat de Comitetul Executiv al C.C. al P.C.R ., în luna octombrie 1971, se subliniază necesitatea perfecționării sistemului de indicatori economico-sociali, în funcție de nivelul cerințelor actuale și de perspectivă ale dezvoltării economiei naționale, ale exigențelor îmbunătățirii calitative a activității economico-sociale.

În cadrul perfecționării sistemului de indicatori trebuie ținut seama de: abordarea metodologică într-o strînsă legătură cu celelalte elemente care privesc și organizarea unităților economice; corelarea dintre cadrul general și specificul activității unităților; stabilirea judicioasă a cadrului de relații în sistemul întreprindere-centrală și minister; luarea în considerare a unor direcții de evoluție în organizarea unităților. Aceste unități trebuie însă să conducă de regulă la reducerea numărului de indicatori, practicarea mai mare a delegării de autoritate.

Pe de altă parte, sistemul de indicatori trebuie să aibă în vedere elaborarea și formarea unui sistem informațional unitar național, care se compune dintr-o multitudine de subsisteme informaționale legate între ele.

Fundamentarea sistemului de indicatori pe modele economico-matematice oferă și avantajul de a utiliza largi posibilități de diversificare a analizei prin combinarea unor informații diverse, de simulare a proceselor economice cu ajutorul tehnicii de prelucrare automată a datelor.

Realizarea de sisteme și subsisteme de indicatori se poate face cu ajutorul modelelor economico-matematice, care descriu sub aspect teoretic modul de funcționare și relațiile din interiorul sistemelor economice.

Prin corelarea rațională a subsistemelor se crează condiții corespunzătoare pentru schimburile de informații între subsisteme, se asigură caracterul unitar al sistemelor de prelucrare. Fiecare subsistem, în raport cu obiectivele și funcțiile sale își delimitează sfera informațiilor, bazele metodologice, fiind organizat corespunzător naturii activității instituțiilor organizatoare.

Una din căile de integrare a sistemului de indicatori este și elaborarea acestuia în special sub formă de sistem de balanțe care ar permite reflectarea fenomenelor și proceselor social-economice în mișcare. Prezentarea sub formă de sistem de balanță prezintă avantajul că se poate asigura un număr mult mai mare de corelații.

Integrarea și corelarea încadrării trebuie să permită urmărirea diferitelor fluxuri materiale pe toate treptele procesului reproducției, adică, atît în sfera producției cît și în sfera circulației și consumului.

Sistemul integrat al indicatorilor statistici, precum și sistemele de definiții, nomenclatoare, reprezintă suportul sistemului informațional al economiei naționale, fiind utilizat de toate subsistemele și constituind baza integrării sistemului informațional și a creării băncilor automate de date care oferă posibilități largi de îmbunătățire a metodelor de analiză.

Concepția unitară a sistemului de indicatori are la bază schema marxistă a reproducției sociale, ceea ce impune reflectarea interacțiunii dintre fazele reproducției lărgite și implicit dintre procesele și fenomenele cele mai diverse din societate.

În felul acesta sistemul de indicatori se va fundamenta pe aceeași concepție cu sistemul balanțelor economiei naționale, inclusiv cu balanța legăturilor dintre ramuri, formînd un cadru comun.

Și actualul sistem de indicatori este orientat pe concepția și schema marxistă a reproducției sociale, conturată mai pregnant în centrul balanțelor economiei naționale.

În viitor se urmărește ca pornind de la această schemă să se realizeze în structura sistemului o mai strînsă corelare între informațiile orientate pe diferite ramuri de activitate sau laturi ale proceselor economice și sociale în condițiile asigurării unității metodologice și de conținut.

Pornind de la elementele de bază ale schemei reproducției lărgite în structurile interne ale sistemului sau în diferitele subsisteme vor fi dezvoltate analitic toate laturile procesului reproducției lărgite astfel ca multitudinea indicatorilor cuprinși să asigure o caracterizare cît mai completă a fenomenelor economice și sociale în complexitatea relațiilor de intercondiționare ce le sînt caracteristice.

Structura sistemului integrat de indicatori va avea o extindere mai largă decît schema propriu-zisă a reproducției lărgite.

Pe lîngă mecanismul propriu-zis al reproducției, această schemă trebuie să reflecte în primul rînd de la ce scară se reia procesul reproducției sociale. Cu alte cuvinte, momentul inițial al sistemului îl constituie nivelul de dezvoltare, resursele de care dispune societatea, respectiv, condițiile de la care pornește un ciclu anual de reproducție.

În linii mari, schema-cadru, a sistemului de indicatori trebuie să dea o imagine a relațiilor dintre mijloacele reproducției, caracterul lărgit al reproducției, interacțiunea dintre fazele reproducției, participarea țării la diviziunea internațională a muncii, precum și rezultatele finale ale reproducției.

În esență schema-cadru reflectă dependența dintre scopul mijloacelor și rezultatele reproducției.

Într-o sferă restrînsă această schemă exprimă:

I. — MIJLOACELE REPRODUCȚIEI

1. Resursele umane și gradul de instruire
   a) Populație
   b) Forța de muncă
   c) Gradul de instruire

2. Resursele naturale
   a) Teritoriul
   b) Terenul agricol și cu alte destinații
   c) Bogățiile naturale

3. Resursele materiale
   a) Mijloacele circulante existente
   b) Mijloacele fixe existente

4. Cercetarea ştiinţifică.

II. PRODUCŢIA LĂRGITĂ

1. Producţie (formarea resurselor)
   a) Crearea produsului social şi venitului naţional, respectiv a produsului intern brut şi a produsului intern net;
   b) Producţia pe ramuri şi subramuri în expresie valorică (globală, marfă fabricată şi marfă vîndută şi încasată, netă, valoarea nou creată) şi în unităţi naturale;
   c) Utilizarea resurselor pentru consum productiv (intermediar);
   d) Cheltuielile de producţie, pe ramuri de producţie;
   e) Indicatori de rezultate (beneficii, piederi, impozit pe circulaţie, impozit de regularizare) pe ramuri de producţie.

2. Repartiţia
   a) Repartiţia primară
   b) Redistribuirea (repartiţia secundară)

3. Consumul (utilizarea finală a resurselor)
   a) Consumul populaţiei şi al societăţii
   b) Fondul naţional de dezvoltare social-economică (acumularea)
   c) Soldul dintre export şi import.

III. PARTICIPAREA LA DIVIZIUNEA INTERNAŢIONALĂ A MUNCII

1. Import
2. Export
3. Eficienţa exportului şi importului.

IV. REZULTATELE FINALE ALE REPRODUCŢIEI

1. Evoluţia nivelului de trai al populaţiei
   a) Veniturile populaţiei (din remunerarea muncii, din fonduri sociale)
   b) Consumul populaţiei
   c) Satisfacerea cerinţelor de ordin social-cultural ale populaţiei.

2. Creşterea avuţiei naţionale
   a) Creşterea existentului de mijloace circulante ale statului, cooperaţiei şi ale populaţiei;
   b) Creşterea existentului de mijloace fixe ale statului, cooperaţiei şi ale populaţiei

3. Eficienţa economică.

Reprezentarea reproducţiei lărgite în cadrul acestei scheme reliefează rolul esenţial pe care îl are în cadrul sistemului raportul dintre producţie şi consum, sau după cum se spune, de regulă raportul dintre producţie şi cererea finală.

Sistemul de indicatori prevăd și indicatori cu privire la activitatea ramurilor din sfera nematerială, integrați în toate momentale ale reproducției lărgite.

De regulă, în sistem vor fi introduși acei indicatori care reprezintă parametrii de bază ai subsistemelor, adică acei indicatori prin care se asigură conectarea subsistemelor la sistemul general.

Societatea socialistă se caracterizează printr-o mare varietate de structuri ale diferitelor subansamble construite pe baza principiilor ierarhice, fiecare subsistem avînd un program specific propriu și un comportament propriu. Între programele și comportamentul diferitelor subsisteme există o strînsă dependență. Funcționarea optimă a sistemului de conducere presupune o corelare rațională între centralizarea care asigură unitatea în comportamentul fiecărui subsistem, în procesul realizării obiectivelor sistemului pe ansamblul său și descentralizarea care asigură funcționarea fiecărui subsistem potrivit propriului său program, dîndu-i o anumită autonomie în realizarea acestui program.

Elaborarea sistemului de indicatori va trebui corelată în timp cu perfecționarea celorlalte laturi ale sistemului informațional și în primul rînd, cu dotarea cu mijloace de calcul (crearea centrelor de prelucrare electronică a datelor și a băncilor de date). În funcție de modul în care se va asigura această corelare, există posibilitatea ca sistemul de indicatori să fie folosit în condițiile actualei dotări tehnice sau după introducerea mijloacelor automate. (electronice) de calcul.

În funcție de specificul indicatorilor și de gradul de automatizare a centralizării și prelucrării datelor, indicatorii își vor găsi locul în purtători de informații sub forma dărilor de seamă sau după caz, în lucrările rezultate din prelucrarea datelor primare transmise telefonic, prin telex, cartele sau benzi perforate, benzi magnetice etc.

Perfecționarea sistemului de indicatori presupune totodată și reexaminarea fluxurilor informaționale în vederea înlăturării paralelismelor în circulația datelor, a fluxurilor informaționale neraționale și a unui volum de informații spre verigile superioare.

Analizarea în bune condiții a unei asemenea acțiuni complexe presupune pricepere și răspundere, așa încît sistemul de indicatori și volumul de informații să constituie pîrghii active în cunoașterea și conducerea la toate nivelurile de organizare.

5. 04. 1980

Prof. dr. H. N. McCARL
Universitatea Alabama Birmingham — S.U.A.
Prof. dr. GH. M. PREDA
Laboratorul de economia conservării energiei — A.S.E.
D. DĂIANU
Institutul Central de cercetări economice

O metodă pentru evaluarea potențialului de conservare a energiei în industrie

Lucrarea prezintă necesitatea obiectivă a reducerii ratei cererii de energie pe plan național cît și mondial.

În acest context, se definește rolul conservării energiei și respectiv al economiei conservării energiei. Sînt prezentate de asemenea, ecuațiile bilanțului energetic, pe baza cărora se pot calcula indicatorii de eficiență în utilizarea energiei în diferite procese industriale. Se poate astfel evalua pe baza acesteui metode potențialul conservării energiei în industrie.

1. CONTRIBUȚIA CONSERVĂRII ENERGIEI LA ECHILIBRAREA BALANTEI MONDIALE ÎN PREZENT ȘI ÎN PERSPECTIVĂ

Luînd în considerare ipoteza creșterii defavorabile (rată ridicată de creștere), studiile de prognoză indică pentru anul 2 000 un consum energetic mondial de două la două ori și jumătate mai ridicat decît în anul 1975. Pentru anul 2020 bazat pe aceiași ipoteză creșterea prognozată a consumului energetic va fi de 4,5 ori mai mare decît în anul 1975.

În fața acestei creșterii continue a consumului energetic mondial, se ridică o serie de întrebări, cărora trebuie să li se dea răspunsuri cît mai obiective și care privesc modalitățile de echilibrare a balanței energetice, în prezent și în perspectivă, întrebări ce pot fi sintetizate astfel:

— care sînt termenele de epuizare ale rezervelor energetice clasice — mai ales petrol și gaz natural;

— care este viabilitatea alternativelor — cărbune, energie nucleară și noi surse de energie;

— pot fi luate în considerare și alte posibilități, decît alternativele sus menționate.

Primul element, al determinării termenelor de epuizare a rezervelor energetice, îl constituie cunoașterea volumului acestora, aprecierile privind diferitele rezerve energetice fiind însă contradictorii. De aici cerințe la prudență în folosirea datelor privind rezervele energetice, concluziile nefiind necesar să fie nici globale și nici definitive, chiar dacă se referă numai la măsuri strategice de politică economică.

Caracterul contradictoriu [1] al rezervelor energetice este determinat prin faptul că:

— evaluările sînt făcute în diferite perioade de timp;

— aceste evaluări nu au la bază criterii sau definiții unitare; *

— adeseori rezervele constituie secrete comerciale sau strategice;

— rezervele au o dinamică în timp; ca rezultat al cuceririlor științei și tehnicii sînt puse la punct tehnologii care permit utilizarea economică a unor resurse energetice încă nefolosite, crescînd astfel volumul rezervelor energetice cunoscute;

— în cazul unor țări în curs de dezvoltare prospecțiunile și explorările nu au la bază un caracter sistematic;

— costurile ridicate sînt obstacole în calea cercetăriii comprehensive a crustei pămîntului care să permită o măsurare reală a rezervelor energetice.

Se impune totuși, în condițiile incertitudinilor arătate, calcularea termenelor de epuizare T_e ale rezervelor energetice [2], folosindu-se raportul:

$$T_e = \frac{R_k}{C_k}$$

în care:

R_k reprezintă rezerva probată la un moment dat;

C_k — consumul (producția) anual din rezervă în anul respectiv.

Raportul T_e, denumit și termen de durată fictiv T_f, nu ia în considerare evoluția în timp a consumului $C(t_k)$ și respectiv a rezervei energetice $R(t)_k$. Termenul de epuizare ar trebui deci să ia în considerare aceste două mărimi variabile, folosindu-se raportul:

$$T_e = \frac{R(t)_k}{C(t)_k} .$$

Acest raport este însă greu de determinat, deoarece nu se cunosc elemente suficiente pe baza cărora să se poată predetermina evoluția rezervelor cunoscute la un moment dat, utilizîndu-se din această cauză termenul de epuizare „minim" T_e, în definirea căruia se consideră că nu se mai descoperă

* Pe plan mondial domnește încă confuzie în privința definirii noțiunilor de resurse și rezerve energetice. În conformitate cu precizările celei de a IX-a Conferințe Mondiale a Energiei, ținută în septembrie 1974 la Detroit în S.U.A., resursele de petrol, gaz natural și cărbune, reprezintă cantitatea totală disponibilă în sol, susceptibilă de a fi exploatată cu succes și utilizată de om într-un viitor previzibil. Rezervele energetice sînt fracțiunile resurselor măsurate cu grijă și care pot fi exploatate într-o țară sau regiune amintită în condițiile economice locale actuale și utilizînd tehnologia disponibilă.

noi zăcăminte de combustibili fosili și că variază numai consumul anual din ele. Pentru determinarea acestui termen de epuizare „minim" T_e se folosește relația:

$$T_{e_{min}} = \frac{\lg\left[1 - \frac{R_{k_0}}{C_{k_0}}(q-1)\right]}{\lg q} - 1$$

în care:

R_{k_0} reprezintă rezerva cunoscută în anul de bază;

C_{k_0} — consumul din rezerva cunoscută în anul respectiv (extracția anuală);

q — rata de creștere constantă a consumului din rezervă.

Pentru caracterizarea legăturii dintre rezervele cunoscute de combustibili fosili și posibilitățile unei exploatări raționale a lor, s-a propus introducerea noțiunii de termen de asigurare T_a a rezervei respective.

Între termenul de durată fictiv T_f și cel de asigurare T_a, s-a stabilit următoarea relație:

$$T_f = \frac{q^{T_a - 1}}{q - 1}$$

în care q reprezintă rata constantă cu care trebuie să se exploateze rezerva de combustibil respectivă pentru a se epuiza în termenul de asigurare T_a. Este importantă astfel cunoașterea termenelor de epuizare la petrol și gaz natural indicate de literatura de specialitate *.

Din raportarea rezervelor probate de petrol la data de 1.I.1978 de 88351 mil. t, la producția anului 1977 de 2976 mil. t rezultă termenul de epuizare pe plan mondial pentru petrol de 29,7 ani.

Totalul mondial al rezervelor de gaz natural probate de 71388 mld.m^3 la 1.I. 1978, raportat la producția mondială a anului 1977 de 1524,9 mld.m^3, permite obținerea termenului de epuizare de 46,84 ani.

În privința petrolului și gazului natural rămas de descoperit pe plan mondial domnesc incertitudini și dezacorduri. O reevaluare a rezervelor de de petrol făcută în anul 1977, indică cantitatea de 172 mld.t., iar pentru gaz natural cantitatea de 67 mld. t (ambele cantități fiind convertite în tone petrol) [3].

În condițiile contribuției limitate a alternativelor energetice, în cadrul perioadei de tranziție de la sfîrșitul acestui secol, se impune stringent încetinirea ratei de cerștere a cererii de energie, asigurîndu-se astfel răgazul necesar soluționării radicale a problemelor energiei.

Studiile întreprinse confirmă existența unor mari posibilități, pe care le poate oferi în cadrul încetinirii ratei de creștere de energie, conservarea energiei. Putem reține următoarea definiție relativ strictă a conservării energiei și anume: „acțiunile și politicile vizînd creșterea eficienței tehnice în utilizarea energiei" [4].

---

* Astfel de termene de epuizare au fost calculate cu ocazia celei de a IX-a Conferințe Mondiale a energiei de la Detroit (SUA) și mai recent cu ocazia celei de a X-a Conferințe mondiale a energiei de la Istambul (Turcia, 1977).

Potențialul conservării energiei este deosebit de însemnat. Incidențele cele mai importante ale implementării conservării energiei privesc:

— încălzitul și climatizarea localurilor;
— încălzitul și răcitul apei;
— căldura industrială;
— transporturi;
— conversia energiei electrice.

În scopul ilustrării acestui potențial însemnat într-o serie de industrii analizate, prezentăm în tabelul 1, energia necesară pentru a fabrica 1 t. de produs în mil. Btu (1 Btu = 1055,04j).

Tabelul 1

	Aluminiu	Oțel	Ciment	Petrol	Hîrtie
Consum actual	200	27	9	45	40
Consum posibil utilizînd tehnologii cunoscute în prezent	170	17	3,9	3,5	25
Consum teoretic minim	25	65	0,7	0,4	0,2

Sursa: Rev. Fortune, mars, 1974.

Conservarea energiei este un proces extrem de complex deoarece atît posibilitățile cît și restricțiile implementării acesteia diferă mult în sectoarele care utilizează energia și chiar între țări.

Implementarea conservării energiei necesită timpi mai mici sau mai mari. Este nevoie de exemplu de 10 ani pentru a schimba un stoc de automobile, de 20—30 de ani pentru a schimba echipamentele industriale, de 100 de ani și chiar mai mult pentru a schimba întregul fond locativ al unei națiuni.

Pot fi realizate de asemenea aplicări treptate în timp ale conservării energiei pentru același domeniu. Întreprinderile cu tehnologii moderne oferă un potențial de conservare a energiei mult mai redus comparativ cu cele mai vechi bazate pe tehnologii mai puțin evaluate.

Timpii de așteptare sînt importanți și datorită necesității modificării atitudinii și comportamentului consumatorilor.

Aplicarea conservării energiei poate fi realizată pe bază descentralizată sau centralizată impunînd decizii, acțiuni comune și intense din partea guvernelor, industriilor, consumatorilor individuali mari sau mici. Pe această linie este de semnalat pe plan mondial introducerea unor reglementări noi și standarde noi, numirea de specialiști în domeniul conservării energiei în cadrul întreprinderilor etc.

Nu trebuie omisă nici cerința ca aplicarea conservării energiei să capete un caracter internațional.

În afară de protejarea rezervelor energetice, respectiv de mărire a termenului lor de epuizare, implementarea conservării energiei, mai prezintă și alte avantaje și anume [5], [6]:

— reduce emisia de poluanți, fiind cunoscut că poluarea este proporțională cu consumul de energie, reducîndu-se în consecință și costurile sociale provocate de creșterea poluării;

— permite reducerea importurilor energetice mai repede decît ar putea-o asigura creșterea producției interne de energie;

— exercită o presiune în jos asupra prețurilor energiei, contribuind astfel la decelerarea creșterii prețurilor în general și la mărirea competitivității în activitatea de comerț exterior;

— aplicarea conservării energiei este realizabilă în condițiile unor costuri reduse.

Creșterea prețului petrolului a contribuit la implementarea largă a conservării energiei, ca urmare a eficienței economice ridicate pe care o asigură în acest context măsurile de conservare. Un preț al petrolului prea ridicat poate rentabiliza însă într-o măsură periculoasă aplicarea conservării energiei. Unele țări mențin prețul petrolului sub cel de pe piața mondială și practică tarife coborîte la toți combustibilii, fapt ce contribuie la diminuarea artificială a eficienței economice a măsurilor de implementare a conservării energiei și în consecință frînează extinderea acesteia.

În ultimul timp în literatura de specialitate și-a făcut apariția și conceptul de economia conservării energiei, care poate fi definită ca reprezentînd „domeniul științific în care sînt studiate într-o abordare sistemică acțiunile și politicile menite să asigure în prezent și în perspectivă larga implementare a conservării energiei în diferite sectoare, a căror activitate este însoțită de un consum de energie mai mic sau mai mare, în condițiile diferitelor restricții de natură economică (mai ales), socială etc., raportat la spațiul național (micro sau macro economic), respectiv pe plan mondial".

2. BILANȚUL ENERGETIC INSTRUMENT DE BAZĂ AL CONSERVĂRII ENERGIEI

Bilanțul energetic sub forma de bilanț energetic propriu-zis sau cantitativ sub forma de bilanț exergetic sau calitativ și mai ales sub ambele forme luate împreună are ca scop determinarea consumurilor de energie, detalierea acestor consumuri în componente utile și pierderi, precum și precizarea căilor de reducere la maximum posibil a acestor componente. De aici rezultă în mod evident importanța bilanțului energetic pentru domeniul conservării energiei.

Bilanțul energetic poate fi întocmit la nivel de instalație, secție, proces tehnologic, întreprindere etc. De asemenea, bilanțul energic poate fi proiect, real (momentan), optim etc. Modelul matematic al bilanțului energetic cantitativ sau propriu-zis exprimă principiul I al termodinamicii, adică principiul conservării energiei, iar modelul matematic al bilanțului exergetic exprimă concomitent principiul I și II al termodinamici, adică pe lîngă principiul conservării energiei și pe acela al degradării energiei în transformările ireversibile.

Orice bilanț energetic este caracterizat, printr-un anumit contur, care constă din suprafața convențională închisă ce cuprinde limitele față de care se consideră intrările și respectiv ieșirile de energie. Așa după cum rezultă schematic din fig. 1 [7], unde s reprezintă sistemul și c conturul care îl deli-

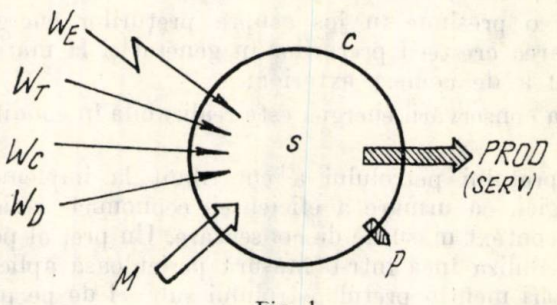


Fig. 1

mitează complet de alte unități economice etc., sistemul are din punctul de vedere al bilanțului energetic următoarele mărimi de intrare:

— energia electromagnetică W_E,
— energia termică W_T,
— energia chimică a combustibililor fosili consumați de sistem W_C,
— diverse alte forme de energie W_D,
— materii prime și materiale M
— producția realizată și livrată de sistem *PROD*,
— „ieșiri" neutile constituite din pierderi de energie, combustibil, rebuturi și deșeuri recuperabile p,
— diferite servicii ieșite *SERV*, care pot substitui producția *PROD*.

Ecuația generală a unui bilanț energetic cantitativ corespunde principiului conservării energiei, fiind dată de relația [7]:

$$\Sigma W'_i = \Sigma W'_e$$

în care:

$\Sigma W'_i$ reprezintă suma tuturor cantităților de energie de toate formele, efectiv intrate ca atare în conturul bilanțului din exteriorul acestuia, exprimate în echivalentul unei singure forme de energie;

$\Sigma W'_e$ — suma tuturor cantităților de energie de toate formele ieșite din conturul bilanțului exprimate în echivalentul unei singure forme de energie.

La rîndul său $\Sigma W'_i$ se compune din două părți principale:

$$\Sigma W'_i = \Sigma W_i + \Sigma W_g$$

iar $\Sigma W'_e$ din:

$$\Sigma W'_e = \Sigma W_u + \Sigma W_l + \Sigma W_p.$$

Se poate deci scrie:

$$\Sigma W_i + \Sigma W_g = \Sigma W_u + \Sigma W_1 + \Sigma W_p.$$

Separînd componentele pierderi și utile obținem:

$$\Sigma W_p = \Sigma W_i + \Sigma W_g - \Sigma W_u - \Sigma W_1$$

$$\Sigma W_u = \Sigma W_i + \Sigma W_g - \Sigma W_1 - \Sigma W_p$$

$$\Sigma W_l = \Sigma W_i + \Sigma W_g - \Sigma W_u - \Sigma W_p$$

în care:

ΣW_i reprezintă suma tuturor cantităților de energie de toate formele, efectiv intrate ca atare în contur din exteriorul acestuia;

ΣW_g — suma tuturor cantităților de căldură generate în interiorul conturului prin reacții chimice exotermice, exceptînd căldura rezultată din reacțiile chimice exotermice ale combustibililor fosili care intră efectiv în contur din exteriorul acestuia și care sînt închise în ΣW_i;

ΣW_u — suma tuturor cantităților de energie de toate formele folosite în mod util în interiorul conturului;

ΣW_1 — suma tuturor cantităților de energie conținute în resursele energetice secundare de orice formă care se livrează în exteriorul conturului și care sînt efectiv folosite în alte contururi:

ΣW_p — suma tuturor pierderilor de energie de toate formele.

Ecuația generală a unui bilanț exergetic corespunde în totul celei a bilanțului energetic cantitativ, cu deosebirea că fiecare componentă W_k de energie din acest din urmă bilanț, apare în bilanțul exergetic, descompusă în exergia W_k și anergia A_k

$$W_k = E_k + A_k$$

în care:

E_k este partea din W_k care se situează peste temperatura de referință a mediului ambiant (considerată 25°C sau 398°K), fiind susceptibilă de a se transforma în lucru mecanic;

A_k — partea din W_k care se situează sub temperatura de referință menționată și care nu se mai poate transforma în lucru mecanic.

3. INDICATORII DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ UTILIZAȚI ÎN ANALIZA POTENȚIALULUI DE CONSERVARE A ENERGIEI ÎN INDUSTRIE

Analiza potențialului conservării energiei în industrie se face folosindu-se un ansamblu de indicatori de eficiență energetică și anume: randamente energetice și consumuri specifice de energie.

Indicatorii de eficiență energetică se clasifică în funcție de natura proceselor (instalațiilor) pe care le caracterizează, de transformarea energetică și respectiv de consumul final.

Procesele (instalațiile) de transformare energetică au drept scop fie trecerea de la o formă sau un purtător de energie la altă formă sau purtător de energie denumite curent procese de producere de energie, fie modificarea parametrilor caracteristici ai unei forme sau a unui purtător de energie.

Procesele (instalațiile) de consum final au drept scop realizarea în principal a unui produs neenergetic, procese din care adesea pot rezulta și resurse energetice secundare.

În cazul proceselor (instalațiilor) de transformare energetică se utilizează ca indicatori de eficiență: η_{ib}(randamentul energetic brut), η_{in}(randamentul energetic net), $C_{bx/y}$* (consumul specific brut de energie de forma x pentru producerea de energie de forma y dorită):

$$\eta_{ib} = \frac{\Sigma W_l + \Sigma W_{sa}}{\Sigma W_i + \Sigma W_{sa}}$$

$$\eta_{in} = \frac{\Sigma W_l}{\Sigma W_i}$$

$$C_{bx/y} = \frac{\Sigma W_{xi}}{\Sigma W_{yi} + \Sigma W_{ysa}}$$

$$C_{nx/y} = \frac{\Sigma W_{xi}}{\Sigma W_{yi}}$$

în care:

W_l reprezintă suma tuturor energiilor utile de formele dorite (de obicei o singură formă de energie) livrate în exteriorul procesului;

ΣW_{sa} suma energiilor de formele dorite consumate de serviciile auxiliare ale instalației de transformare;

ΣW_i — suma energiilor de diverse forme intrate în proces;

ΣW_{xi} — suma energiilor de forma x intrate în proces;

ΣW_{yi} — suma energiilor de forma y livrate în exterior;

ΣW_{ysa} — suma energiilor de forma y consumate de serviciile auxiliare ale instalației de transformare.

În cazul proceselor (instalațiilor) de consum final se utilizează indicatorii de eficiență:

— randamentul energetic global:

$$\eta_{ig} = \frac{W'_u}{W'_i};$$

— randamentul energetic global interior:

$$\eta_{ig\ int} = \frac{W_u}{W'_i};$$

— randamentul economic:

$$\eta_{iec} = \frac{W'_u}{W_i}$$

— randamentul economic interior:

$$\eta_{iec\ int} = \frac{W_u}{W_i};$$

---

* Consumul specific de energie $C_{bx/y}$ este un indicator de consum al instalației de transformare, iar consumul specific de energie $C_{nx/y}$ este un indicator de consum al procesului de transformare.

— consumul specific de energie de forma x pentru realizarea unei unități din produsul z:

$$C_{x/z} = \frac{\Sigma W_x}{V_z};$$

— consumul specific complex total de energie pentru realizarea unei unități de produs z:

$$C_{complex\ total/z} = \frac{\Sigma W_i}{V_z};$$

unde:

$$W_i = B + \frac{1}{7 \cdot 10^6}(E_{t\,ext} + 860\ E_{e\,ext})$$

deci:

$$C_{complex\ tot/z} = \frac{B + \frac{1}{7 \cdot 10^6}(E_{t\,ext} + 860\ E_{e\,ext})}{V_z}.$$

În care:

ΣW_x reprezintă suma energiilor de forma x intrate în proces din exterior sau generate în proces;

ΣV_z — volumul producției din produsul z realizat cu consumul de energie ΣW_x;

ΣW_i — suma energiei electrice, energiei termice și combustibililor intrați în proces din exteriorul acestuia;

ΣV_z — volumul producției din produsul z realizat prin consumul W_i;

B — suma cantităților de combustibil convențional și de gaze calde intrate în contur din exteriorul acestuia, în t c.c.;

Q_{tent} — energia termică intrată în contur din exteriorul acestuia în kcal;

Q_{eent} — energia electrică intrată în contur din exteriorul acestuia, în kWh.

Indicatorii de eficiență exergetică se pot obține plecînd de la indicatorii de eficiență energetică în locul cantităților de energie luîndu-se cantitățile corespunzătoare de exergie.

Consumurile de energie variază atît cu gradul de încărcare (productivitate, sarcină) la care lucrează un obiect sau un sistem de producție, cît și, adesea, cu o serie de alți parametrii interni sau externi procesului de producție, fiind necesar, în consecință, să se elaboreze bilanțuri energetice pentru mai multe mărimi caracteristice ale sarcinii și respectiv pentru mai multe valori caracteristice ale parametrilor, cînd variația acestora influențează sensibil consumurile de energie.

Cunoscîndu-se pe baza acestor bilanțuri, mărimile ΣW_i ale consumurilor — simple sau complexe — de energie și ale diverselor randamente și consu-

muri specifice, se pot trasa curbele după care variază ele în funcţie de productivitatea A:

$$W_i = f(A)$$

$$\eta = \varphi(A)$$

$$c = \psi(A)$$

respectiv, cînd există şi alţi parametrii p_1, p_2, ..., care influenţează sensibil consumurile se pot trasa familii de curbe de tipul arătat pentru diversele valori caracteristice p_{1j}, p_{2k}, ... ale aceestor parametrii, o curbă dintr-o familie de curbe fiind dată de relaţia:

$$W_i = f(A, p_{1j}, p_{2k}, ...)$$

$$\varphi = \varphi(A, p_{1j}, p_{2k}, ...)$$

$$c = \psi(A, p_{1i}, p_{2k}...).$$

Curbele date de relaţiile lui η pentru procesele de transformare energetică şi respectiv curbele date de relaţiile lui c pentru procesele de consum final, permit determinarea regimului optim de funcţionare, prin stabilirea mărimii sarcinii şi a mărimilor celorlalţi parametrii care conduc la randamentul maxim şi consumul specific minim.

Indicatorii de eficienţă energetică arătaţi mai depind şi de [8]: volumul şi sortimentul producţiei, calitatea materiilor prime folosite, tehnologia utilizată, temperatura mediului ambiant, parametrii energiei consumate etc.

Prin analogie se pot determina caracteristici exergetice deosebit de utile, prin înlocuirea energiei cu exergie.

BIBLIOGRAFIE

1. IANCU A.: *Creşterea economică şi resursele naturale*. Editura politică, Bucureşti, 1976, pag. 142–145.
2. NITU I. V.: *Bazele teoretice ale energeticii*. Editura Academiei R. S. România, Bucureşti, 1977, pag. 53–55.
3. MICHAELIS H.: *International energy problems today* . The energy problem in the Greck economy today. Athens, 1977.
4. * * * *Energy Global Prospects 1985–2000*. Raport of the Worskhop on Alternative Energy Strategies (WAES). McGrow-Hill Book Company, p. 26–27; 104.
5. * * * *L'avenir de l'énergie dans les pays de l'OCDE*. L'Observateur de l'OCDE, No 73, Janvier-Février, 1975, p. 5.
6. ESSENHIGH N. R.: *Energy Use, Efficiency and Conservation in Industry*. Proceedings: EPA/ERDA Symposium on Environment and Energy Conservation (Denver, Colo, Nov. 1975) EPA – 600/2–76–212: ERDA – 47. Washington D.C. August, 1976, p. 161.
7. DUMITRESCU I. ş.a.: *Prelucrarea automată a datelor pentru întocmirea bilanţurilor energetice*. Editura tehnică, Bucureşti, 1799.
8. BERINDE T. ş.a.: *Întocmirea şi analiza bilanţurilor energetice industriale*. Vol. I. Editura tehnică. Bucureşti, 1976, pag. 22–32.
9. McCARL N. H., PUIU A., PREDA G. ş.a.: *Funcţia consum specific de energie în cazul proceselor (instalaţiilor) de consum final*. Rev. Energetica, nr. 11–12, 1978, pag. pag. 434–439.

CONTENTS

R. STROE

Aspects of the Characteristics of Territorial Economic-Cybernetic Modelling 5

G. M. AVRAMITA, P. FOMIN, I. PĂDUREANU

A. Dynamic Model for Population Structure Planning in Sheep Farms 17

CS. FABIAN, M. STOICA

Fuzzy Programming in Integer Numbers 27

F. BOIAN

A Method of Solving the Transport Problem According to Time Criterion 35

ST. MUSTATEA

Mixt System of Necessary Establishment 43

E. PECICAN

An Econometric Model of Forecasting the Production Costs Evolution 47

N. CHIRU, ANTONIA CRUSEVON, AL. STROIA

Modelling the Technologic Process of Boiling and Christallizing the Suggar 53

N. MIHĂIȚĂ

Management Considerations in Market Research 67

M. HOROVITZ

The Optimization of Investment Allocation 77

I. RAVAR

Problems of Improving the Indices System Characterizing the Social-economic Phenomena and Processes 91

N. N. Mc CARL, G. M. PREDA, D. DAIANU

Assessments of the Potential of Energy Conservation in Industry — A Method 99

SOMMAIRE

R. STROE
Aspects concernant les particularités de la modélisation cybernétique écononique en profile territorial 5

GH. M. AVRAMITA, P. FOMIMN, I. PADUREANU
Un modèle dynamique regardant le planning de la structure des effectifs des fermes d'ovinés 17

CS FABIAN, M. STOICA
La programmation fuzzy en nombres entiers 27

FL. BOIAN
Une méthode de résolution du problème du transport selon le critère temps 35

ST. MUSTATEA
Système mixte d'établissement du nécessaire 43

E. PECICAN
Un modèle économétrique de prévision de l'évolution des coûts de production 47

N. CHIRU, ANTONIA CRUSEVON, AL. STROIA
La modélisation du processus technologique d'ébullition et de granulation du sucre 53

N. MIHĂIȚĂ
Le traitement du sondage en tant qu'expériment en marketing. 67

M. HOROVITZ
L'optimisation de la répartition des investissements 77

I. RAVAR
Problèmes du perfectionnement du système d'indicateurs qui caractérisent les processus et les phénomènes sociaux et économiques 91

H.N.Mc CARL, GH. M. PREDA, D. DAIANU
Une méthode pour évaluer le potentiel de conservation de l'énergie dans l'industrie 99

СОДЕРЖАНИЕ

Р. СТРОЕ

Аспекты, относящиеся к особенностям экономико-кибернетического моделирования в территориальном разрезе 5

Г. М. АВРЭМИЦЭ, П. ФОМИН, И. ПЭДУРЕАНУ

Динамическая модель планирования структуры состова овцеводческих ферм 17

Ч. ФАБИАН, М. СТОИКА

Фаззи целочисленное программирование 27

Ф. БОЯН

Метод решения транспортной задачи по критерию времени .. 35

ШТ. МУСТЭЦЕА

Смешанная система определения потребности 43

Е. ПЕЧИКАН

Эконометрическая модель прогнозирования эволюции затрат производства 47

Н. КИРУ, АНТОНИЯ КРУСЕВОН, АЛ. СТРОЯ

Моделирование технологического процесса сварки и кристаллизации сахара 53

Н. МИХЭИЦЭ

Обработка результатов выборочного обследования в качестве эксперимента в маркетинге 67

М. ХОРОВИЦ

Оптимизация распределения капитальных вложений 77

И. РЭВАР

Вопросы усовершенствования системы показателей, характеризующих социально-экономические процессы и явления 91

Х. Н. Мк КАРЛ, Г. М. ПРЕДА, Д. ДЭИАНУ

Метод оценки потенциала сохранения энергии в промышленности 99

111

În fotografie : Hotelul „PARC“ din Mărășești

Cooperativa de consum din JUDEȚUL VRANCEA vă recomandă cîteva din unitățile sale:

● În stațiunea balneoclimatericǎ SOVEJA, într-o frumoasă zonă montană, HANUL „SOVEJA“ asigură în tot timpul anului, condiții optime de cazare în camere cu încălzire centrală și confort modern. Hanul „SOVEJA“ dispune de un restaurant unde puteți servi o mare varietate de preparate culinare.

● Și în orașul PANCIU, cooperația de consum a dat în folosință un complex de alimentație publică și cazare: restaurant, braserie, cofetărie, camere cu încălzire centrală.

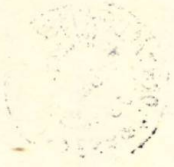
● În orașul MĂRĂȘEȘTI, în apropierea stației C.F.R., poposiți la HANUL „PARC“ — camere cu confort de categoria I și restaurant.

● CABANA „CĂPRIOARA“ oferă de asemenea un agreabil loc de popas și recreere la numai 4 km de orașul Focșami, într-un cadru natural pitoresc.

VIZITAȚI UNITĂȚILE COOPERAȚIEI DE CONSUM DIN JUDEȚUL VRANCEA!

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS MÚZEUM 1883

COOP



1987 MAI

Lei 15